

**Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava
Fakulta elektrotechniky a informatiky
Katedra telekomunikační techniky**

**Srovnání parametrů a funkcí L2 přepínačů Huawei a Cisco
Comparison of Parameters and Functions of Huawei and
Cisco L2 Switches**

VŠB - Technická univerzita Ostrava
Fakulta elektrotechniky a informatiky
Katedra telekomunikační techniky

Zadání bakalářské práce

Student: **Vojtěch Kořínek**
Studijní program: B2647 Informační a komunikační technologie
Studijní obor: 2612R059 Mobilní technologie
Téma: **Srovnání parametrů a funkcí L2 přepínačů Huawei a Cisco**
Comparison of Parameters and Functions of Huawei and Cisco L2 Switches

Zásady pro vypracování:

Cílem bakalářské práce je srovnat parametry a funkce L2 přepínačů dvou různých výrobců - Huawei a Cisco.

Osnova práce:

1. Popište základní parametry a funkce L2 přepínačů Huawei a Cisco.
2. V laboratorním prostředí otestujte alespoň 3 funkce obou typů zařízení.
3. Ověřte kompatibilitu obou typů zařízení.

Seznam doporučené odborné literatury:

Dokumentace k zařízením Huawei a Cisco.

Formální náležitosti a rozsah bakalářské práce stanoví pokyny pro vypracování zveřejněné na webových stránkách fakulty.

Vedoucí bakalářské práce: **Ing. Petr Machník, Ph.D.**

Datum zadání: 01.09.2013

Datum odevzdání: 07.05.2014



doc. Ing. Miroslav Vozňák, Ph.D.
vedoucí katedry





prof. RNDr. Václav Snášel, CSc.
děkan fakulty

Prohlášení studenta

Prohlašuji, že jsem tuto bakalářskou práci vypracoval samostatně. Uvedl jsem všechny literární prameny a publikace, ze kterých jsem čerpal.

V Ostravě dne: 6. května 2014
podpis studenta

Handwritten signature in blue ink, reading "Vojtěch Kouřil". The signature is written over a dotted line.

Poděkování

Rád bych poděkoval Ing. Petru Machníkovi Ph.D. za odbornou pomoc a konzultaci při vytváření této bakalářské práce.

Abstrakt

Tato bakalářská práce je zaměřená na srovnání parametrů a funkcí L2 přepínačů od výrobců Cisco a Huawei. První část této práce je zaměřená na podrobné informace o zařízeních těchto výrobců, které byly k dispozici pro praktické ověřování kompatibility. Především jsou zde uvedeny informace o vlastnostech a možnostech využití těchto přepínačů v reálných sítích. Mimo jiné je zde popsána softwarová i hardwarová výbava jednotlivých přepínačů. Druhá část této práce se zabývá popisem a rozbořem čtyř funkcí, které byly testovány ve školní laboratoři. Krom toho, že jsou v této části uvedeny základní informace těchto funkcí a princip jejich fungování, tak je tato část zaměřená především na praktické odzkoušení těchto funkcí. Jsou zde uvedeny problémy, které nastaly při konfiguraci těchto funkcí, a zdali jsou jednotlivé zařízení vzájemně kompatibilní. Obsahem práce jsou podrobné návody na konfiguraci přepínačů Huawei a Cisco. Součástí je práce také zhodnocení a srovnání přepínačů těchto výrobců.

Klíčová slova

L2 přepínače, Cisco, Huawei, VLAN, MST, LACP, 802.1Q zapouzdření, parametry, funkce, kompatibilita, síť

Abstract

This bachelor thesis concentrates on comparing parameters and functions of L2 switches from Cisco and Huawei manufacturers. First part of this thesis focuses on providing elaborate information about those devices, which were available for practical verification of compatibility. Main focus is providing information on qualities and means of use of these switchers in real networks. Among others, software and hardware equipment of individual switchers is described. Second part of this work focuses on describing and analyzing four functions, which were tested in the school lab. Apart from providing the basic information about these functions and operation principles, this part is concentrates mainly on practical testing of these functions. Problems, that occurred in the process of configuring these functions, are described as well as mutual compatibility of individual devices. This work also includes detailed instructions on configuration of Huawei and Cisco switchers, evaluation and comparsion of these devices.

Key words

L3 switches, Huawei, Cisco, VLAN, MST, LACP, 802.1Q tunneling, parameters, functions, comtability, networks

Seznam použitých zkratek

Zkratka	Anglický význam	Český význam
ACL	Acces Control List	Seznam s pravidly pro vstup do sítě
ARP	Address Resolution Protocol	Protokol pro získávání MAC k IP adrese
AP	Access point	Přístupový bod
ATM	Asynchronous Transfer Mode	Standard pro vysokorychlostní síťovou architekturu
BGP	Border Gateway Protocol	Směrovací protokol
BPDU	Bridge Protocol Data Unit	Typ komunikačních zpráv
CLI	Command Line Interface	Příkazový řádek
DHCP	Dynamic Host Configuration Protocol	Dynamické přiřazování adres
DRAM	Dynamic Random Access Memory	Druh počítačové paměti
DSLAM	Digital Subscriber Line Access Multiplexer	Zařízení umožňující rychlé připojení k internetu
GVRP	GARP VLAN Registration Protocol	Typ registračního protokolu
HGMP	Huawei Group Management Protocol	Typ Huawei protokolu
HW	Hardware	Fyzická část PC, součástky PC, bez kterých by PC nemohl fungovat
IEEE	The Institute of Electrical and Electronics Engineers	Institut inženýru elektroniky a elektřiny
IP adresa	Internet Protocol Address	Adresa internetového protokolu
LAN	Local Area Network	Místní síť
LACP	Link Aggregation Control Protocol	
MAC adresa	Media Access Control Address	Jedinečný identifikátor síťového zařízení
MAN	Metropolitan Area Network	Metropolitní síť
MST	Multiple Spanning Tree	Zabraňuje vzniku smyček v síti
NAC	Network Access Control	Zabezpečuje bezpečnost
NQA	Network Quality Analyzer	Analyzuje kvalitu sítě
NTP	Network Time Protocol	Plánovací protokol
PC	Personal Computer	Osobní počítač
PoE	Power over Ethernet	Napájení pomocí Ethernetu
PVST	Per-VLAN Spanning Tree	Zabraňuje vzniku smyček v síti
QinQ	QinQ	Vícevrstvé značkování sítě
QoS	Quality of Service	Kvalita sítě
RAM	Random-Access Memory	Paměť s přímým přístupem
RMON	The Remote Network MONitoring	Protokol pro monitorování a analýzu LAN
SFP	Small Form-Factor Pluggable	Optický port
SNMP	Simple Network Management Protocol	Protokol pro správu sítě
SSH	Secure Shell	Bezpečný komunikační protokol
ST	Spanning Tree	

STP	Spanning Tree Protocol	Zabraňuje vzniku smyček v síti
TCA	Topology Change Acknowledgement	Odpověď na TCN zprávu
TCN	Topology Change Notification	Zpráva, oznamující změnu topologie
VLAN	Virtual Local Area Network	Virtuální síť
VoIP	Voice over IP	Umožňuje přenos paketu
VRP	Versatile Routing Platform	OS zařízení Huawei
WRR	Weighted Round Robin	Plánovací disciplína

Obsah

Úvod.....	1
1 Přepínače Huawei.....	2
1.1 Řada S2300.....	2
1.2 Typy softwarů řady S2300	2
1.3 Vlastnosti a funkce řady S2300	3
1.3.1 Správa a údržba	3
1.3.2 Hlučnost, spotřeba energie a záření.....	3
1.3.3 Přepět'ová ochrana.....	3
1.3.4 VLAN.....	4
1.3.5 Funkce PoE.....	4
1.3.6 QoS.....	4
1.3.7 Bezpečnostní prvky	4
1.4 Využití Huawei Quidway S2300.....	5
1.5 Přepínače Huawei dostupné v laboratoři.....	6
1.5.1 Huawei Quidway S2309TP-SI	6
1.5.2 Huawei Quidway S2326TP-EI.....	6
2 Přepínače Cisco	7
2.1 Cisco Catalyst 2960.....	7
2.1.1 Cisco Catalyst 2960 Series s LAN Base softwarem.....	7
2.1.2 Cisco Catalyst 2960 Series s LAN Lite softwarem	9
2.2 Základní vlastnosti a funkce Cisco Catalyst 2960	9
3 Srovnání parametrů přepínačů Huawei a Cisco	11
4 Praktické ověření funkcí.....	12
4.1 VLAN síť	12
4.1.1 Princip síť VLAN.....	12
4.1.2 Praktické ověření.....	13
4.1.3 Konfigurace přepínačů Huawei.....	15
4.2 MST.....	17
4.2.1 Princip funkce MST	18
4.2.2 Konfigurace MST	19
4.2.3 Konfigurace přepínače Huawei Quidway S2326TP- EI.....	20
4.3 LACP.....	23
4.3.1 Konfigurace LACP.....	24
4.3.2 Konfigurace přepínače Huawei Quidway S2326TP- EI.....	25

4.3.3	Výpis z přepínače Cisco Catalyst 2960	26
4.4	802.11Q Tunneling.....	26
4.4.1	Konfigurace	28
4.4.2	Ověření funkčnosti	29
	Závěr.....	30
	Použitá literatura a zdroje.....	32
	Seznam tabulek	33
	Seznam obrázků	34
	Seznam příloh.....	35

Úvod

V dnešní době má většina lidí, žijících ve vyspělých státech, neomezený přístup k informacím, které k nám proudí ze všech stran a to hlavně pomocí internetu. Tento celosvětový systém, který navzájem propojuje počítačové sítě, patří mezi nejčastější způsoby přenosu informací po celém světě. Hlavně v posledních dvou dekadách se internet velmi rychle rozšířil a dnes je dostupný skoro v každé domácnosti, firmě, kavárně, restauraci nebo ve všech státních institucích.

Dnes pokud máme zájem si zřídit internet do svých domácností, firmy nebo pokud chceme poskytovat internet ostatním subjektům, musíme si v první řadě vybudovat síť, která se skládá z různých zařízení. Mezi tyto zařízení můžeme zařadit antény, vysílače, počítače, modemy, rozbočovače, směrovače a jiné. Do této skupiny zařízení, které jsou potřeba k zřízení sítě, můžeme přiřadit taky L2 přepínače, kterými se zabývá právě tato bakalářská práce. L2 přepínače jsou aktivní síťové prvky, které propojují jednotlivé síťové zařízení nebo jednotlivé části sítě. Tyto přepínače se řadí mezi standardní přepínače, které pracují na druhé vrstvě referenčního modelu ISO/OSI (Linková (spojová) vrstva), kde se zabývají hlavně MAC adresami.

Tato práce se zabývá srovnáním a ověřením kompatibility L2 přepínačů dvou různých světových výrobců těchto zařízení. Je to americká společnost Cisco a čínská společnost Huawei. V první části této práce je uveden podrobný popis parametrů a funkcí jednotlivých zařízení, které byly používány. Druhá část této práce se zabývá ověřením kompatibility mezi jednotlivými přepínači těchto dvou značek, při konfiguraci vybraných funkcí ve školní laboratoři. V práci jsou uvedeny i podrobné návody konfigurací zařízení Huawei a Cisco, a v závěru je uvedeno celkové zhodnocení a shrnutí.

1 Přepínače Huawei

Tato čínská akciová společnost byla založena v roce 1987. Za zakladatele této společnosti je považován Žen Čeng-fej. Tato společnost působí v oblastech, jako jsou telekomunikační sítě, výroba komunikačních zařízení pro spotřebitele a poskytování služeb pro podnikové zákazníky. V roce 2003 zahájila spolupráci s firmou 3Com a začali se zabývat výrobou zařízení pro síťové služby. Jejich hlavním předmětem výroby byli IP routery a switche.

V České republice působí tato firma od roku 2005 a má okolo 330 zaměstnanců. V naší republice je tato firma známá především jako jeden z výrobců chytrých telefonů, ale netěší se takové obliby jako ostatní výrobci těchto zařízení, kteří zde působí daleko déle než Huawei. [4]

V mé bakalářské práci se budu zabývat parametry a funkcemi zařízeními Huawei Quidway serie 2300. Z této řady mám k dispozici, ve školní laboratoři, dvě zařízení.

1.1 Řada S2300

Přepínače této generace, jsou označovány, jako přepínače další generace tzv. inteligentních Ethernetových přepínačů. Tyto přepínače jsou používány především na IP MAN sítě a intranety. Taky se užívají k plnění různých požadavků na používání Ethernetových služeb a k přístupu k Ethernetu. Na základě nové generace vysokovýkonného hardwaru a Huawei Versatile Routing Platform (VRP), podporuje tato řada S2300 bohaté a flexibilní funkce, služby. Tím zlepšuje funkčnost, ovladatelnost a rozšiřování služeb. Kromě toho S2300 podporuje silnou ochranu, obsahuje ACL, QinQ, 1:1 VLAN přepínání, N:1 VLAN přepínání k flexibilnímu rozmístění VLAN. Zařízení této řady jsou vyráběny ve standardních velikostech, to znamená, že přepínače této řady zaujmou jednu jednotku ve stojanovém rozvaděči (1U).

1.2 Typy softwarů řady S2300

Existují dvě základní verze softwaru. Každá umožňuje jiné možnosti.

- **EI** – poskytuje VLAN, QoS, funkce vícesměrového vysílání, zabezpečení, ověřování a spolehlivost
- **SI** – standardní provedení, které podporuje jednoduché přístupové funkce druhé vrstvy

1.3 Vlastnosti a funkce řady S2300

1.3.1 Správa a údržba

Podporuje automatickou konfiguraci a plug-and-play, což značně snižuje náklady na údržbu. Přijímá fan-free design, který snižuje mechanické závady a chrání zařízení před poškozením, které může být způsobeno díky kondenzování vody nebo poletavým prachem.

Podporuje automatickou aktualizaci v rozsahu, které usnadňuje využití a nasazení S2300. Podporuje také diverzifikovanou správu a režimy údržby, jako jsou SNMP, v1/v2/v3, CLI, Web NMS, Telnet a HGMP, které tvoří vedení zařízení pružnější.

S2300 podporuje také HGMPv2, NTP, SSHv2, HWTACACS +, RMON, port-based (statistiky provozu) a NQA, které pomáhají k lepšímu nasazení a rekonstrukci sítě.

Podporuje protokol GVRP, který dynamicky přiřazuje registry. GVRP technologie implementuje dynamickou konfiguraci VLAN. GVRP také může zjednodušit konfiguraci VLAN a snížit závady způsobené nesprávnou konfigurací VLAN.

Nasazení, aktualizace a poskytování služeb na S2300 může být dokončena včas, tak aby následná správa a údržba byla jednodušší.

1.3.2 Hlučnost, spotřeba energie a záření

S2300 má implementované vysoce integrované čipy, a také je v obvodu zajištěno rovnoměrné rozptýlení tepla. Další snížení energie jsme schopni dosáhnout, když uvedeme port do nečinnosti.

Při srovnání s produkty stejného typu, tak S2300 je bezhlučný a díky fan-free konstrukce snižuje spotřebu energie o 40%. Příkon S2300 je podobný jako energeticky úsporné žárovky.

Míra záření u S2300 je v souladu s normami záření elektronických spotřebičů, tudíž nemá žádný vliv na lidské tělo a mohou být rozmístěny v jakýchkoliv rozvaděčích.

1.3.3 Přepět'ová ochrana

V této řadě je zabudovaná ochrana proti přepětí, které může účinně zabránit indukovanému přepětí.

Každý port má schopnost ochrany proti přepětí o velikosti 6 kV. Patentovaná technologie přepět'ové ochrany Huawei výrazně snižuje možnost poškození zařízení bleskem v těžkých podmínkách, nebo dokonce v situacích, kde uzemnění nelze uskutečnit.

1.3.4 VLAN

S2300-EI podporuje různé ACL režimy kontroly, především zabezpečení ACL pravidel, které jsou založeny na VLAN ID. Tímto způsobem lze flexibilně ovládat více portů ve VLAN.

S2300-EI podporuje 1:1 VLAN přepínání k poskytnutí IPTV služeb bez nakonfigurované domácí brány. Krom toho je S2300 prvním přepínačem, který podporuje N:1 VLAN přepínání. Tímto způsobem je VLAN agregace implementována na straně uživatele a je snížen počet VLAN.

S2300-EI podporuje QinQ k zapouzdření privátních VLAN tagů do veřejných VLAN tagů a přenáší pakety přes páteří síť nosiče.

VLAN režimy:

- **port-based VLAN division** - může se zadat specifikace, kterému portu VLAN patří.
- **MAC-based VLAN division** – používá se v síti tam, kde jsou vysoké požadavky bezpečnost a mobilitu.

Funkce multicastu:

Podporuje bohaté funkce druhé vrstvy, včetně IGMP snooping, IGMP filtr a jiných.

1.3.5 Funkce PoE

Některé modely S2300 podporují PoE a jsou v souladu se standardy IEEE 802.3af a 802.3at (PoE +). Při použití této funkce může S2300 napájet zařízení jako jsou IP telefony, WLAN AP a Bluetooth AP.

Každý port může poskytnout až 30 W energie. Tímto se snižuje kabeláž a náklady na řízení pro koncová zařízení. S2300 lze také nakonfigurovat tak, že je schopen poskytovat energii podle potřeby na určitý čas.

1.3.6 QoS

S2300 podporuje komplexní dopravní klasifikaci na základě VLAN ID, MAC adresy, IP protokolů, zdrojových adres, cílových adres, priorit nebo portů, ve kterých jsou použity programy aplikace.

Každý port podporuje čtyři fronty. Vícenásobné fronty zajišťují plánovací algoritmy, jako jsou WRR, SP a WRR + SP.

1.3.7 Bezpečnostní prvky

S2300 nabízí různé opatření, které zabezpečují ochranu. Mimo jiné přímo vyřadí neplatné pakety, jako jsou ARP spoofing pakety a pakety s falešnými IP adresami, čímž je znemožněn útok hackerů na síť.

Podporuje striktní ARP učení, což zabraňuje útočníkům zaútočit na síť pomocí ARP spoofingu.

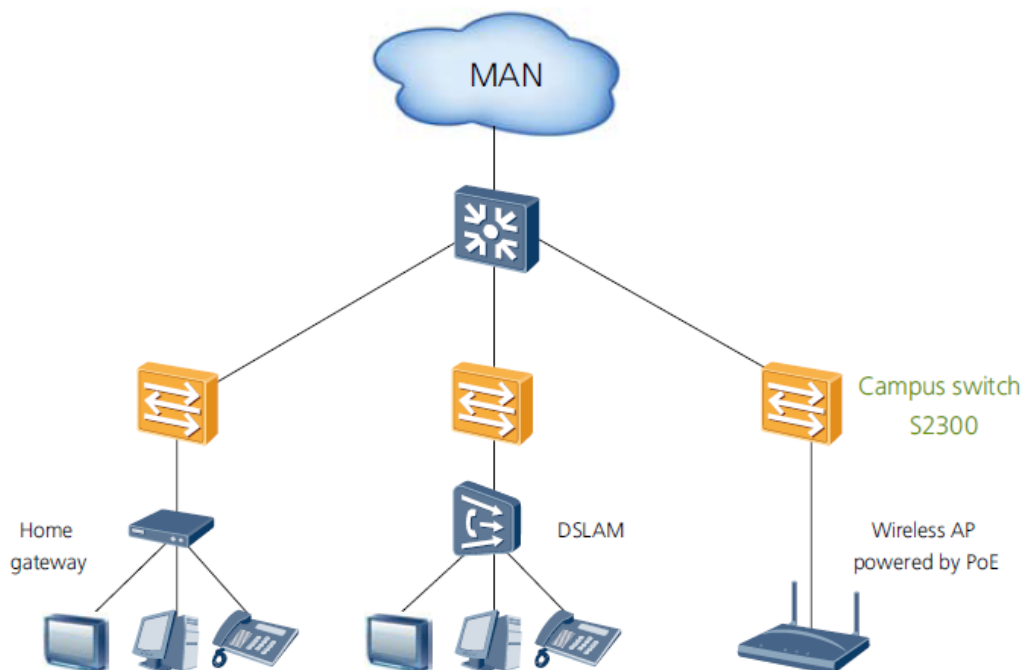
Podporuje centralizované ověřování MAC adresy, ověřování 802.1x a NAC. Informace o uživateli jako jsou IP adresa, MAC adresa, VLAN ID, číslo přístupového portu a jiné mohou být, pokud je nainstalován antivirový software klientovi, vázány staticky nebo dynamicky. Uživatelská politika (VLAN, QoS a ACL) může být dodána dynamicky.

S2300 může omezit počet zdrojových MAC adres naučených na portu, aby se zabránilo útoku pomocí falešné MAC adresy.

1.4 Využití Huawei Quidway S2300

Přepínače, které se vyskytují v této řadě, se dají využít různými způsoby. S2300-EI lze připojit k 100 Mbit/s DSLAM jako přepínač v budovách. V tomto příkladě by byla selektivní funkce QinQ nakonfigurována na 2300-EI. Vnější VLAN tagy by identifikovaly umístění na DSLAM a vnitřní VLAN tagy by identifikovaly uživatele.

S2300-EI lze také přímo připojit k domácí bráně, nebo je lze využít k napájení zařízení, jako jsou bezdrátové přístupové body nebo IP telefony, pomocí PoE. Nasazení Multi-service umožňuje jednotné plánování, jednoduchou správu sítě a pohodlnou údržbu zákazníků.



Obrázek 1.1: Zapojení a využití Huawei Quidway S2300 [4]

1.5 Přepínače Huawei dostupné v laboratoři

Ve školní laboratoři jsem využil dva přepínače od společnosti Huawei ze série S2300, a to zařízení s označením Huawei Quidway S2309TP-SI a Huawei Quidway S2326TP-EI.

1.5.1 Huawei Quidway S2309TP-SI

Tento přepínač disponuje 9 porty. Z toho 8 portů poskytuje 10/100Base-TX a jeden port umožňuje 10/100/1000Base-T nebo 10/100/1000Base-X rozhraní pro Ethernet. Tento přepínač nepodporuje službu PoE (Power of Ethernet) a AC napájení, kdyby tuto službu podporoval, bylo by to v názvu tohoto přepínače uvedeno zkratkou PWR.



Obrázek 1.2: Přepínač Huawei QuidwayS2309TP-PWR-EI[4]

1.5.2 Huawei Quidway S2326TP-EI

Toto zařízení disponuje 24 porty 10/100Base-TX rozhraní pro Ethernet a dvěma gigabitovými Combo porty 10/100/1000Base-T nebo 10/100/1000Base-X. Tak jako předešlý přepínač podporuje AC napájení nikoliv však PoE.



Obrázek 1.3: Přepínač Huawei QuidwayS2309TP -EI[4]

2 Přepínače Cisco

Firma Cisco Systems, Inc. byla založena skupinou vědců ze Stamfordské univerzity a v dnešní době patří mezi jednu z největších firem se zaměřením na počítačové a síťové prvky. Obzvláště na poli síťových prvků patří mezi dominantní firmy. Mezi produkty této firmy, mimo jiné, patří například: ethernetové i ATM přepínače, směrovače, VoIP brány a IP telefony atd. V dnešní době firma Cisco poskytuje zaměstnání více než 65 000 lidem po celém světě a cena této společnosti je odhadována na 148 miliard dolarů. [1]

V mé bakalářské práci jsem se zabýval, a byly k dispozici, zařízeními ze série 2960 a to Cisco Catalyst 2960 Series s LAN Base softwarem a Cisco Catalyst 2960 Series s LAN Lite softwarem.

2.1 Cisco Catalyst 2960

Přepínače řady 2960 patří mezi soběstačné přepínače s pevnou konfigurací. Tyto přepínače nabízejí FastEthernet a GigabitEthernet pro středně velké a lokální pracovní sítě.

Přepínače této řady jsou nabízeny ve dvou kategoriích a to:

1. Cisco Catalyst 2960 Series s LAN Base softwarem
2. Cisco Catalyst 2960 Series s LAN Lite softwarem

2.1.1 Cisco Catalyst 2960 Series s LAN Base softwarem

Přepínač s tímto softwarem dodává inteligentní služby pro komerční, středně velké podnikové sítě a pobočky. Tento software podporuje také rozšířené integrované zabezpečení a to včetně Network Admission Control (NAC) a pokročilého Quality of Services (QoS).



Obrázek 2.1: *Cisco Catalyst 2960 Series s LAN Base softwarem*

Network Admission Control (NAC) – toto vylepšené zabezpečení, o které se zasloužila společnost Cisco Systems, omezuje poškození sítě viry nebo červy a to díky organizaci síťové infrastruktury, ve které se dohlíží na dodržování bezpečnostních zásad ve všech sítích. Jestliže

nějaká ostatní koncová zařízení, jako jsou chytré telefony, osobní počítače aj., budou splňovat bezpečnostní politiku sítě a budou ověřené, pak se mohou do této sítě bez jakýchkoliv problémů připojit. Pokud nějaké zařízení nebude vyhovovat, může mu NAC, buď omezit přístup, nebo mu úplně přístup zakázat. Pokud je nějakému zařízení odejmut přístup k síti, je toto zařízení umístěné do karantény.

Quality of Services (QoS) – díky přepojování paketů zajišťuje kvalitu síťových služeb tak, aby nedocházelo k zahlcení sítě a tím i snížení kvality těchto služeb.

Hlavní výhody Cisco Catalyst 2960 Series s LAN Base softwarem:

Mezi hlavní výhody tohoto softwaru patří, že umožňuje bezproblémový přístup k FastEthernetu či GigabitEthernetu a to díky tomu, že tyto zařízení obsahují 8, 24 nebo 48 portů určené pro toto propojení s Ethernetem, a taky pro možnost napájení zařízení pomocí datového síťového kabelu (PoE).

Tento software umožňuje, kromě jednoduché instalace konfigurace nebo odstraňování chyb, také provozovat až 4 služby na síti, jako je video, hlas či bezdrátové síť LAN. Zabezpečení sítě je řešeno prostřednictvím několika metod ověřování, šifrování dat a NAC, které je založeno na portech a MAC adresách.

Obsahuje také standardy, jako jsou 802.1s/W, které zvyšují odolnost proti chybám, zabezpečují vyrovnané zatížení a také rychlé obnovení.

Per VLAN Spanning Tree Plus (PVST +) má stejnou funkcionalitu jako PVST a to, že udržuje Spanning tree instance pro každou VLAN, která je konfigurována v síti. PVST+ využívá 802.1Q trunking, zatímco PVST využívá ISL trunking, čímž umožňuje VLAN trunk.

Jsou zde zabudované i mechanismy, jako je QoS či Multicast, které jsou určeny ke klasifikaci a plánování, aby zajistili lepší výkon sítě.

Pro správu přepínačů obsahuje tento software Cisco Network Assistant, který zjednodušuje nastavení a řešení problémů. Obsahuje také Express Setup, což je rychlá a snadná instalace pomocí webového rozhraní.

Přepínače Cisco Catalyst 2960 s LAN Base softwarem jsou určeny pro uživatele, kteří chtějí napájet PoE zařízení, včetně Cisco IP telefonů, bezdrátových přístupových bodů nebo IP video kamer, a očekávají inteligentní služby pro nové konvergované aplikace pro středně velké a malé rozvaděče, nebo mají zájem o inteligentní funkce a schopnosti jako je QoS. Tyto přepínače jsou vhodné pro zákazníky, kteří potřebují rychle rozmístit a jednoduše spravovat síť, a taky pro ty, kteří preferují snadnou instalaci, konfiguraci a snadné řešení problémů. [2]

2.1.2 Cisco Catalyst 2960 Series s LAN Lite softwarem

Tento přepínač zjednodušuje migraci z rozvaděčů a neřízených přepínačů tak, aby plně a škálovatelně spravoval síť. LAN lite Cisco iOS Software poskytuje síti několik druhů zabezpečovacích prvků, jako je enter-level, QoS, PoE a také schopnosti pro snížení celkových nákladů pro síť.



Obrázek 2.2: Cisco Catalyst 2960 Series s LAN Lite softwarem

Hlavní výhody Cisco Catalyst 2960 Series s LAN Lite softwarem:

U tohoto softwaru má každý víceúčelový uplink 10/100/1000 Ethernetový port a jeden SFP (Small Form-Factor Pluggable), který pracuje na bázi Gigabit Ethernet portu.

Eliminuje potřebu nástěnné zásuvky pro každý PoE, tím výrazně snižuje náklady na dodatečnou elektronickou kabeláž.

Tak jako u softwaru s LAN Base softwarem umožňuje relativně jednoduchou konfiguraci či jednoduchou správu a řešení problémů pomocí vestavěného manažera Cisco Network Assistant. Umožňuje diagnostiku kabeláže, a taky jsou zde zabudovány mechanismy jako QoS či Multicast.

2.2 Základní vlastnosti a funkce Cisco Catalyst 2960

Součástí této série Cisco Catalyst 2960 je mnoho funkcí. Mezi tyto funkce, který podporuje 24 - portový Catalyst 2960 PoE, patří například DHCP - snooping, AutoQoS, Trust Boundary aj. DHCP-snooping pracuje na 2. vrstvě a ke své funkci potřebuje informace z DHCP serveru. DHCP- snooping je důležitý prvek v obraně proti zneužití Address Resolution Protocolu (ARP), který umožňuje útočnickovi se vydávat v síti za jiný počítač. Tento protokol zabraňuje

útočníkům přidat své vlastní DHCP servery. AutoQoS poskytuje automatizaci nasazení Quality of Service (QoS), využívá se u středně velkých a velkých firem.

3 Srovnání parametrů přepínačů Huawei a Cisco

Přepínače, které byly srovnávány v mé práci, se řadí do stejné kategorie a to kategorie L2 přepínačů. Tyto přepínače jsou si velmi podobné, jak po vzhledové, tak i po softwarové stránce. Rozdíl je v úrovních konfigurace, které jsou využívány k naprogramování jednotlivých přepínačů. Zařízení Cisco využívá při konfiguraci třech úrovní, za to zařízení Huawei využívají pouze úrovně dvě. Díky tomu byla konfigurace zařízení Huawei o trošku jednodušší a lépe se s těmito přepínači pracovalo.

Každé zařízení obsahovalo určitý počet Ethernet a GigabitEthernet portů, záleželo na jednotlivých typech těchto zařízení. Více viz. Tabulka 3.1.

	Huawei Quidway S2309TP-EI	Huawei Quidway 2326TP-SI	Cisco Catalyst 2960
Počet Ethernet portů	8	24	24
Rychlost Ethernet portů	až 100 Mbit/s	až 100 Mbit/s	až 100 Mbit/s
Počet GigabitEthernet portů	1	2	2
Rychlost GigabitEthernet portů	až 1Gbit/s	až 1Gbit/s	až 1Gbit/s
PoE	Ne	Ne	Ne
Výkon PoE	-	-	-
Flash paměť	16 MB	16MB	64MB
DRAM paměť	64MB	64MB	128MB(DRAM)
Přenosová kapacita	16 Gbit/s	32 Gbit/s	16 Gbit/s

Tabulka 3.1: Srovnání parametrů přepínačů Cisco a Huawei [4][6][7]

4 Praktické ověření funkcí

Hlavním úkolem bylo v této práci prakticky vyzkoušet, zdali jsou přepínače od různých výrobců spolu kompatibilní při testování funkcí. Funkce, které byly testovány, byly vybírány podle toho, jestli obě zařízení tyto funkce umožňují, a taky podle toho, jak moc se funkce využívají v praxi.

Ověřování této kompatibility bylo prováděno ve školní laboratoři, která disponovala také deseti počítači s operačním systémem Linux a potřebnou kabeláží k propojení jednotlivých zařízení. Komunikace s jednotlivými přepínači probíhala pomocí programu Minicom.

4.1 VLAN síť

První odzkoušenou funkcí mezi přepínači, bylo otestování VLAN sítí. Jedná se o funkci virtuálních lokálních sítí. Tato funkce slouží k logickému rozdělení sítě nezávisle na fyzickém uspořádání. To znamená, že budeme schopni segmentovat síť na menší sítě uvnitř fyzické struktury původní sítě. Tato technologie začala vznikat kolem roku 1995, v dnešní době se aplikování těchto sítí používá u středních a velkých firemních sítí. [12]

Praktické výhody VLAN:

- snížení broadcastů – hlavní výhoda VLAN sítí, kdy se vytvoří více, ale menších broadcastových domén, což zlepší výkon sítě díky snížení provozu.
- zjednodušená správa – kdyby bylo nutné přesunout zařízení do jiné VLAN sítě, tak stačí změnit konfiguraci přepínače (zařazení do VLAN), a ne HW (fyzické přepojení).
- zvýšení zabezpečení – oddělení komunikace do speciální VLAN, kde není jiný přístup.
- oddělení speciálního provozu – oddělení provozu, který nemusí být propojen do celé sítě, ale je potřeba je dostat na různá místa (např. IP telefonie). [12]

4.1.1 Princip sítě VLAN

Tato funkce je aktivní na ethernetových portech přepínačů a je založena na přeposílání rámců. Na přepínačích, které podporují VLAN síť, je vždy nastavena defaultní VLAN, kterou není možno smazat nebo vypnout. V praxi se můžeme setkat se dvěma situacemi, kdy se při komunikaci (přeposílání rámců) řeší příslušnost k VLAN síti:

VLAN síť na jednom přepínači, kdy přepínač si v operační paměti udržuje informace, do které VLAN sítě patří daná komunikace a pak pouze povoluje správné směrování. Porty, které

jsou nastaveny mezi zařízením a přepínačem, se nazývají přístupové porty a probíhá zde neznačkový provoz.

VLAN síť mezi přepínači, kdy mezi přepínači pracuje tzv. trunk protokol (standart IEEE 802.1q). Tento protokol využíváme mezi přepínači proto, aby se informace o zařazení do VLAN sítě, při průchodu na jiný přepínač neztratily a nedošlo k jejich ztrátě. Aby toto nenastalo, tak se využívá značkování těchto rámců. Komunikace se označuje pouze jen, když je to třeba. Tím dojde k logickému oddělení jednotlivých VLAN sítí. To znamená, že dokud probíhá komunikace mezi přepínačem a zařízením, tak se značkování nepřidává. Teprve, když chceme poslat rámec jinému přepínači, tak je přidáno značkování jednotlivým rámcům. Spoj mezi dvěma porty, které jsou nastaveny jako trunk porty, se označuje jako trunk nebo trunk linka. [12]

Trunk protokol

Jedná se o standardizovanou metodu, kterou podporují všechny moderní přepínače s podporou VLAN. Pracuje na principu tzv. tagování, kdy přepínač vezme originální rámec a jeho hlavičku rozšíří o 4B informací, ve které je uvedeno, že se jedná o protokol 802.1q, zda je MAC adresa v kanonickém tvaru a jako poslední je uvedeno VLAN ID sítě (viz. Obrázek 4.1). [12]

Originální rámec

6B	6B	2B	64 až 1500B	4B
cílová adresa (DA)	zdrojová adresa (SA)	typ nebo délka	data	kontrolní součet (FCS)

Upravený rámec pomocí 802.1q

6B	6B	4B	2B	64 až 1500B	4B
cílová adresa (DA)	zdrojová adresa (SA)	802.1q tag	typ nebo délka	data	kontrolní součet (FCS)

Tvar 802.1q tagu

2B	3b	1b	12b
0x8100	priorita (802.1p)	Canonical Format Indicator (CFI)	VLAN ID
Tag Protocol ID (TPID) 2B		Tag Control Information (TCI) 2B	

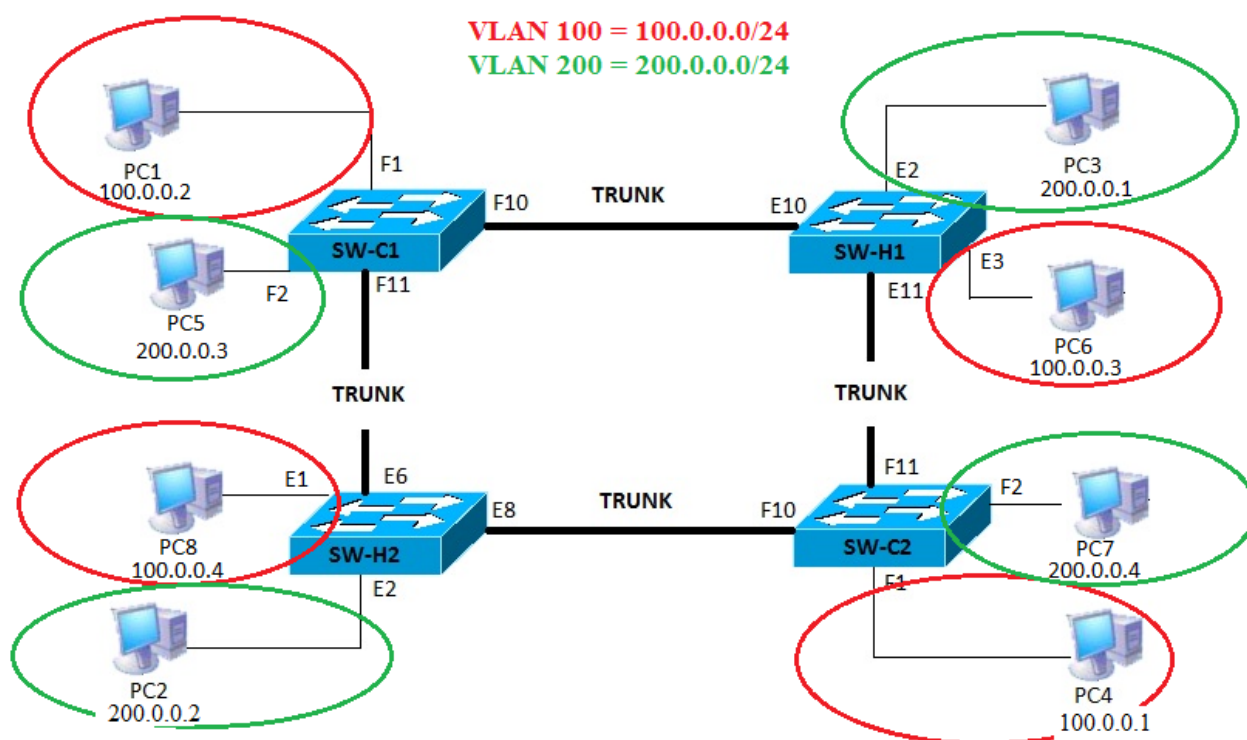
Obrázek 4.1: Vznik 802.1q tagu[12]

4.1.2 Praktické ověření

K ověření kompatibility byly použity dvě zařízení od každého výrobce tj. dva přepínače Cisco a dva Huawei. Proto byla navržena taková síť, ve které byly využity všechny čtyři tyto přepínače tak, aby bylo možno vyzkoušet VLAN síť a ověřit kompatibilitu těchto zařízení. Ke každému z těchto přepínačů byly připojeny dva počítače. Schéma zapojení, podle kterého byly implementovány VLAN síť je k zhlédnutí viz. Obrázek 4.2.

Z tohoto schématu je patrné, že byly zvoleny dvě VLAN podsítě a to VLAN A a VLAN B. Každé VLAN podsíti byla přiřazena IP adresa sítě a to VLAN A - 100.0.0.0/24, VLAN B - 200.0.0.0/24. Obě tyto podsítě mají masku /24 tj. 255.255.255.0, což znamená, že tyto VLAN síť mohou poskytnout IP adresu až 254 zařízením. Každému počítači bylo nutné nastavit IP adresu takovou, aby patřila do dané podsítě, ve které se daný počítač nachází.

Při takto vytvořených VLAN je možno posílat rámce mezi zařízeními, které se nachází ve stejných VLAN sítí. To znamená že PC1 je schopen posílat rámce PC4, PC6 a PC8, a PC2 je schopen posílat rámce PC3, PC5 a PC7. Posílání rámců mezi počítači, které jsou z různých VLAN sítí se neuskuteční. K tomu, aby mohly počítače z různých VLAN mezi sebou posílat rámce, je nutné do toho schématu zapracovat směrovač, který by musel být propojen s přepínačem pomocí trunk linky.



Obrázek 4.2: Schéma zapojení při ověřování VLAN funkce

Každý směrovač zobrazen v dané síti je popsán SW, jako switch, písmenko za pomlčkou znamená, zdali se jedná o přepínač Cisco (C) nebo Huawei (H) a číslo u toho písmenka určuje pouze řadovou číslovku, který je daný směrovač v pořadí.

Popisky u jednotlivých linek, které vychází z přepínačů, udávají rychlost a číslo z jakého portu daná linka vychází. Například ze směrovače SW-C1 (přepínač Cisco 1) vychází linka, která je označená F10, to je F = FastEthernet a 10 = 0/10, což znamená, že port číslo deset pracuje s rychlostí až do 100 Mbit/s. To samé platí u přepínačů Huawei, které jsou značeny písmenem H a linky z ní vycházející mají popisky například "E2", to značí E = Ethernet (přenosová rychlost do 100 Mbit/s), a 2 = 0/0/2 (číslo portu, který je zapojen).

4.1.3 Konfigurace přepínačů Huawei

Tato práce je primárně zaměřena na přepínače Huawei a proto v této části bude uveden postup, jak postupovat v nastavení a konfiguraci přepínače Huawei. Konfiguraci přepínačů Cisco naleznete v příloze D.

Tato konfigurace se vztahuje k přepínači, který najdete ve schématu zapojení (viz. Obrázek 4.2) pod označením **SW-H1**.

Nejprve je nutné, zadáním příkazu `system-view`, se dostat do druhé úrovně konfigurace, kde se dá taky, mimo jiné, nastavit jméno přepínače. Není to nutné, ale pro přehlednost konfigurace, je dobré si jednotlivé názvy nastavit:

```
<Quidway>system-view
[Quidway]sysname SW-H1
[SW-H1]
```

V následujících řádcích je popsán postup konfigurací VLAN sítí. Jako hlavní je třeba si jednotlivé VLAN vytvořit. Například je potřeba vytvořit VLAN 200:

```
<SW-H1>system-view
[SW-H1]vlan 200
[SW-H1-vlan200]quit
```

Při konfiguraci více VLAN sítí je možno postupovat takto:

```
<SW-H1>system-view
[SW-H1]vlan batch 100 200
```

Nyní jsou vytvořeny všechny VLAN, které jsou zapotřebí a v dalším kroku jim je potřeba nastavit přístupový port (v tomto případě port E2), který spojuje přepínač s počítačem, kde se jedná o neznačkováný provoz, a také je třeba nastavit trunk linky (porty E10 a E11), což je provoz značkováný. U přístupového portu je nutné nastavit do jaké VLAN sítě patří, jestli do VLAN 100 nebo VLAN 200.

Nastavení portu E2 jako přístupová linka a přiřazení do sítě VLAN 200:

```
[SW-H1]interface Ethernet0/0/2
[SW-H1-Ethernet0/0/2]port link-type access
[SW-H1-Ethernet0/0/2]port default vlan 200
```

Nastavení portu E10 jako trunk linku:

```
[SW-H1]interface Ethernet0/0/10
[SW-H1-Ethernet0/0/10]port link-type trunk
[SW-H1-Ethernet0/0/10]port trunk allow-pass vlan 100 200
[SW-H1-Ethernet0/0/10]quit
```

Stejné nastavení provedeme také u portu E11. Ve třetím řádku této konfigurace je vidět nastavení trunk linky, to znamená, že když na tento port dorazí rámce z VLAN sítí 100 a 200, tak tyto rámce budou označovány a propuštěny dál do příslušných VLAN sítí.

Pro kontrolu, zdali jsme všechno správně nakonfigurovali, lze použít příkaz `display vlan`.

```
[SW-H1]display vlan
The total number of vlans is : 3
-----
U: Up;           D: Down;           TG: Tagged;      UT: Untagged;
MP: Vlan-mapping; ST: Vlan-stacking;
#: ProtocolTransparent-vlan; *: Management-vlan;
-----
```

VID	Type	Ports
1	common	UT: Eth0/0/1 (D) Eth0/0/4 (D) Eth0/0/5 (D) Eth0/0/6 (D) Eth0/0/7 (D) Eth0/0/8 (D) Eth0/0/9 (D) Eth0/0/12 (D) Eth0/0/13 (D) Eth0/0/14 (D) Eth0/0/15 (D) Eth0/0/16 (D) Eth0/0/17 (D) Eth0/0/18 (D) Eth0/0/19 (D) Eth0/0/20 (D) Eth0/0/21 (D) Eth0/0/22 (D) Eth0/0/23 (D) Eth0/0/24 (D) GE0/0/1 (D) GE0/0/2 (D)
100	common	TG: Eth0/0/10 (U) Eth0/0/11 (U)
200	common	UT: Eth0/0/2 (U) TG: Eth0/0/10 (U) Eth0/0/11 (U) UT: Eth0/0/3 (U)

V tomto výpisu můžeme shlédnout, jaké porty jsou aktivní. To se pozná, zdali je u jednotlivých portů v závorce uvedeno U (Up), což znamená, že je port aktivní. Pokud je v závorce uvedeno D (Down), tak port není připojen. Taky zde vidíme nastavené VLAN sítě a porty.

Další výpisy a konfiguraci přepínače Cisco naleznete v příloze D.

4.2 MST

V pořadí druhou odzkoušenou funkcí v této práci je funkce MST (Multi Spanning Tree), což je novější IEEE standard, který je inspirován Cisco protokolem Multiple Instances Spanning Tree Protocol (MISTP). Tato funkce byla vybrána, protože mezi přepínači společností Huawei a Cisco je tato verze doporučována pro odzkoušení tohoto protokolu, jelikož klasický PVST+ od Cisco a STP od Huawei mezi sebou nekomunikují. Existuje mnoho dalších podobných protokolů (viz. Tabulka 5.1), ale ne každý přepínač podporuje všechny tyto protokoly, jelikož záleží na výrobci, typu a řadě zařízení.

Klasický STP je síťový protokol, který je v ethernetových LAN sítích zaměřený na odstraňování smyček v lokálních sítích, kdy přepínač automaticky zjistí, pomocí tohoto protokolu, topologii dané sítě, určí jeden přepínač jako kořenový „ROOT“ a ostatní spoje v dané síti pouze naslouchají „LISTENING“. Podle přesně daných propočtů tohoto protokolu se zablokuje určitý port „BLOCKING“, přes který už nebudou procházet žádné rámce. V závislosti na dané topologii může být blokováných portů i více.

MST je složitější než klasický STP protokol a vyžaduje proto lepší rozplánování. Tento protokol je založen na instancích a MST regionech, kdy každý region je schopen pojmout více než jednu instanci a každá tato instance může také obsahovat jednu nebo více VLAN sítí, kde záleží na typu zařízení, verzi protokolu nebo na výrobci. [8] [9]

Typy Spanning Tree Protokolu			
Cisco		Huawei	
CST	Common Spanning Tree	STP	Spanning Tree Protocol
PVST	Per-VLAN Spanning Tree	RSTP	Rapid Spanning Tree Protocol
PVST+	Per-VLAN Spanning Tree Plus	MST	Multiple Spanning Tree Protocol
RST	Rapid Spanning Tree	CST	Common Spanning Tree
RPVST+	Rapid per-VLAN Spanning Tree Plus	IST	Internal Spanning Tree
MIST	Multiple Spanning Tree	CIST	Common and Internal Spanning Tree
STP	Spanning Tree Protocol		

Tabulka 4.1: Typy STP

- **Common Spanning Tree** – předpokládá, že je jen jedna ST instance pro celou síť bez ohledu na počet VLAN. Toto provedení snižuje zatížení procesoru. [16]
- **PVST** – udržuje ST instance pro každou konfigurovanou VLAN. Využívá ISL Trunking. Umožňuje předávání VLAN zatímco blokuje jiné VLAN sítě. [16]
- **PVST+** - poskytuje stejnou funkcionalitu jako PVST pomocí 802.1Q trunking technologie. Tato technologie není podporována v jiných zařízeních než v zařízeních Cisco. [16]

- **Rapid Spanning Tree Protocol** – upravený STP pro rychlejší konvergenci při změně topologií. Čas konvergence v praxi je kolem 1 až 2 sekund. [16]
- **RPVST+** - upravený PVST+ pro rychlejší konvergenci při změně topologií. Taky pouze u zařízeních Cisco. [16]
- **IST** – je spanning tree, který běží uvnitř MST regionu. IST je část CIST. [17]
- **CIST** – je tvořen IST a CST [17]

4.2.1 Princip funkce MST

Jak bylo uvedeno výše, princip tohoto protokolu je podobný funkci základního protokolu STP. To znamená, že i tento protokol je založen na přenášení BPDU (Bridge Protocol Data Units) rámců, které obsahují informace, ve kterých jsou například uvedeny ceny jednotlivých cest ke kořenovému přepínači nebo názvy jednotlivých přepínačů.

BPDU rámec

BPDU rámec se skládá ze tří hlavních částí (viz. Tabulka 5.2):

- Globální informace o STP – obsahují informace o verzi apod.
- Instance STP – informace pro konfiguraci
- Časové parametry

velikost [B]	položka
2	protocol ID
1	protocol version
1	BPDU type
1	flags
8	root BID
4	root path cost
8	sender BID
2	sender port ID
2	Message Age
2	Max Age
2	Hello Time
2	Forward Delay

Tabulka 4.2: BPDU rámec [13]

Funkce těchto protokolů spočívá na principu teorie grafů, kde síť je ohodnocený stromový graf a algoritmus hledá nejkratší cesty mezi jednotlivými přepínači. Kořenem tohoto stromového grafu je určen přepínač, který je označen jako ROOT. Jednotlivým portům přepínače je přiřazena priorita (BRIDGE PRIORITY). Základní BRIDGE PRIORITY má hodnotu 32 768. Přepínač, který bude mít nejnížší tuto cenu, bude určen jako ROOT. Pokud bude mít více přepínačů stejnou

BRIDGE PRIORITY bude jako ROOT přepínač označen ten, který bude mít nejnižší MAC adresu.

BPDU rámce rozdělujeme do třech druhů:

- Konfigurační BPDU rámce – tyto rámce se používají k získávání informací pro všechny přepínače ve Spanning Tree protokolu.
- TCN – tyto rámce informují o změnách, které nastanou v topologii.
- TCA – rámce, pomocí kterých přepínače odpovídají na změnu topologie. [10]

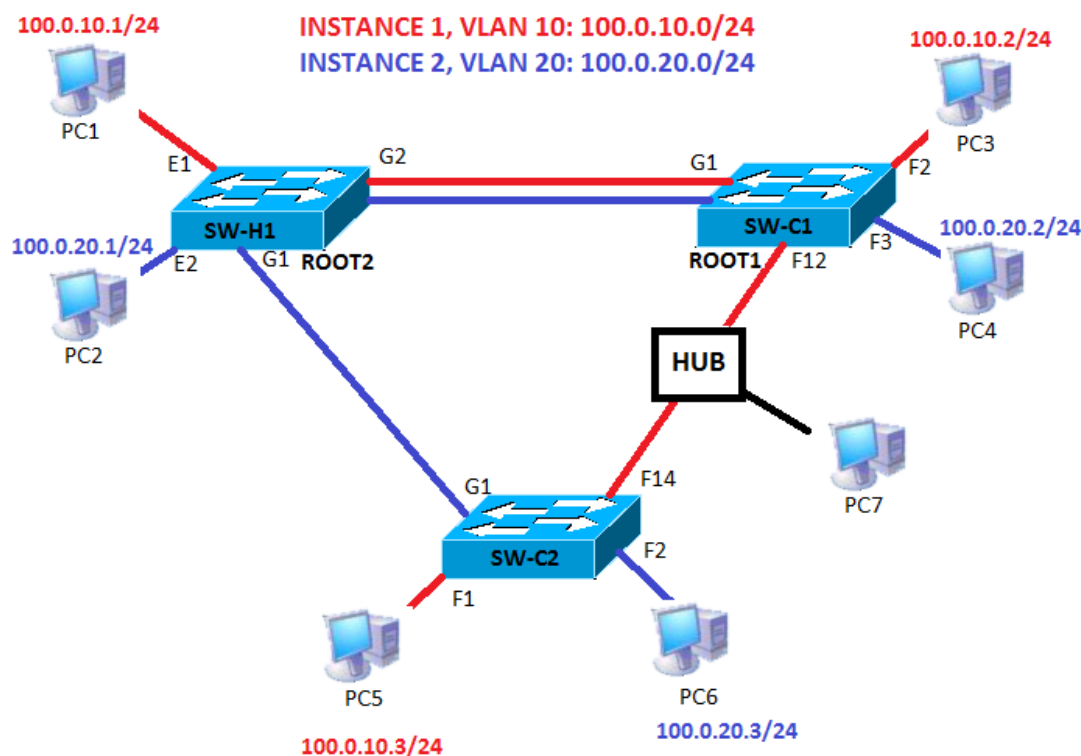
4.2.2 Konfigurace MST

V praktické části bude popsán postup konfigurace MST, jakožto protokol, který je doporučen k implementaci mezi přepínači Cisco a Huawei.

Do topologie pro ověření funkčnosti tohoto protokolu jsem zapracoval dva přepínače Cisco a jeden Huawei. Z počátku se měla topologie skládat ze dvou přepínačů Huawei a jednoho přepínače Cisco, ale díky tomu, jelikož u přepínače Huawei Quidway S2309TP-EI (nižší řada) nešel změnit STP na MST, proto byl tento problém řešen zapracováním dvou přepínačů Cisco. Druhý přepínač Huawei, který byl k dispozici v laboratoři, pracoval bez jakýchkoliv problémů.

Topologie na obrázku 4.3, se tedy skládá ze tří přepínačů, sedmi počítačů a jednoho rozbočovače, který byl připojen mezi SW-C1 a SW-C2 (viz. Obrázek 5.1). Na počítači, který byl připojený k tomuto rozbočovači, byl spuštěn program Wireshark pro sledování provozu na síti.

Díky velikosti této topologie byla použita pouze jedna oblast. Oblasti v MST jsou velmi podobné autonomnímu systému v BGP protokolu. Dalším krokem bylo vytvoření dvou instancí, kdy každá tato instance obsahovala jednu VLAN. Tak jako u VLAN sítí, tak i MST využívá trunku, které jsou nakonfigurovány mezi porty přepínačů. Na trunku se nastavuje, místo VLAN sítí, instance. Ethernetové (FastEthernetové) linky jsou schopny přenášet pouze jednu instanci, zato gigabitEthernetové linky mohou přenášet instance dvě. [8][9]



Obrázek 4.3: Schéma zapojení při ověřování MST protokolu

4.2.3 Konfigurace přepínače Huawei Quidway S2326TP- EI

Tato část práce se bude zabývat postupem při konfiguraci přepínače Huawei, který je ve schématu zapojení (viz. Obrázek 4.3) označen jako **SW-H1**. Ve schématu jsou značeny také porty, které budou použity a do jaké VLAN sítě, popřípadě do jakých instancí, jsou přiřazeny.

Jako první je třeba si opět vytvořit VLAN sítě. V mém případě to jsou VLAN 10 a 20:

```
<SW-H1> system-view
[SW-H1] vlan batch 10 20
```

Poté bylo zapotřebí jednotlivým portům přiřadit příslušné VLAN sítě. To znamená, že u tohoto přepínače bylo nutné nastavit VLAN u portu E1 a E2.

E1:

```
[SW-H1] interface Ethernet0/0/1
[SW-H1-Ethernet0/0/1] port link-type access
[SW-H1-Ethernet0/0/1] port default vlan 10
```

E2:

```
[SW-H1] interface Ethernet0/0/2
[SW-H1-Ethernet0/0/2] port link-type access
[SW-H1-Ethernet0/0/2] port default vlan 20
```

Porty u přístupových bodů byly nastaveny, tudíž zbývá pouze nastavit trunk linky mezi jednotlivými přepínači.

Trunk linka mezi SW-H1 a SW-C1

```
[SW-H1] interface GigabitEthernet0/0/2
[SW-H1-GigabitEthernet0/0/2] port link-type trunk
[SW-H1-GigabitEthernet0/0/2] port trunk allow-pass vlan 10 20
[SW-H1-GigabitEthernet0/0/2] undo ndp enable
```

Trunk linka mezi SW-H1 a SW-C2

```
[SW-H1] interface GigabitEthernet0/0/1
[SW-H1-GigabitEthernet0/0/1] port link-type trunk
[SW-H1-GigabitEthernet0/0/1] port trunk allow-pass vlan 20
[SW-H1-GigabitEthernet0/0/1] undo ndp enable
```

Příkaz `undo ndp enable` zakazuje protokol NDP (Neighbor Discovery Protocol), který slouží ke zjišťování informací mezi sousedními přepínači. Je nutné tento protokol zakázat, protože jinak by mohlo dojít ke špatné funkci STP.

Teď, když jsou nakonfigurovány všechny přístupové body a trunk linky, je možné se zabývat konfigurací Spanning Tree protokolu.

Nastavení STP začíná tím, že tento protokol bylo nutné nejdříve povolit na jednotlivých přepínačích a to takto:

```
[SW-H1] stp enable
```

Dalším krokem bylo změnit nastavení verzí STP na MST. Poté byl nastaven název regionu, revizní číslo, instance a pomocí posledního příkazu bylo toto nastavení aktivováno. Toto nastavení bylo provedeno následujícími příkazy:

```
[SW-H1] stp mode mst
[SW-H1] stp region-configuration
[SW-H1-mst-region] region-name mstp1
[SW-H1-mst-region] revision-level 1
[SW-H1-mst-region] instance 1 vlan 10
[SW-H1-mst-region] instance 2 vlan 20
[SW-H1-mst-region] active region-configuration
```

Na závěr celé konfigurace byl tento přepínač nakonfigurován jako ROOT pro instanci 2:

```
[SW-H1] stp instance 2 priority 4096
```

Díky tomu, že byla přiřazena instanci 2 priorita 4096, je tato instance označená jako ROOT instance, jelikož ROOT přepínačem se stane přepínač s nejmenším číslem priority.[11]

Pro nastavení přepínače Cisco (SW-C1), tak aby byl tento přepínač nastaven jako ROOT pro instanci 1, bylo nutné zadat tento příkaz:

```
SW-C1(config)# spanning-tree mst 1 priority 4096
```

Výpis Spanning Tree Protokolu na přepínači SW-H1:

```
[SW-H1]display stp brief
```

MSTID	Port	Role	STP State	Protection
0	Ethernet0/0/1	DESI	FORWARDING	NONE
0	Ethernet0/0/2	DESI	FORWARDING	NONE
0	GigabitEthernet0/0/1	DESI	FORWARDING	NONE
0	GigabitEthernet0/0/2	ROOT	FORWARDING	NONE
1	Ethernet0/0/1	DESI	FORWARDING	NONE
1	GigabitEthernet0/0/2	DESI	FORWARDING	NONE
2	Ethernet0/0/2	DESI	FORWARDING	NONE
2	GigabitEthernet0/0/1	DESI	FORWARDING	NONE
2	GigabitEthernet0/0/2	ROOT	FORWARDING	NONE

Z tohoto výpisu můžeme rozpoznat, jestli jsou jednotlivé porty aktivní a v jakém stavu se nacházejí.

Číslo instance najdeme ve sloupci „*MSTID*“, kde můžeme vidět, že máme zavedené instance 0, 1, 2. Instance 0 se automaticky vytvoří jako základní instance.

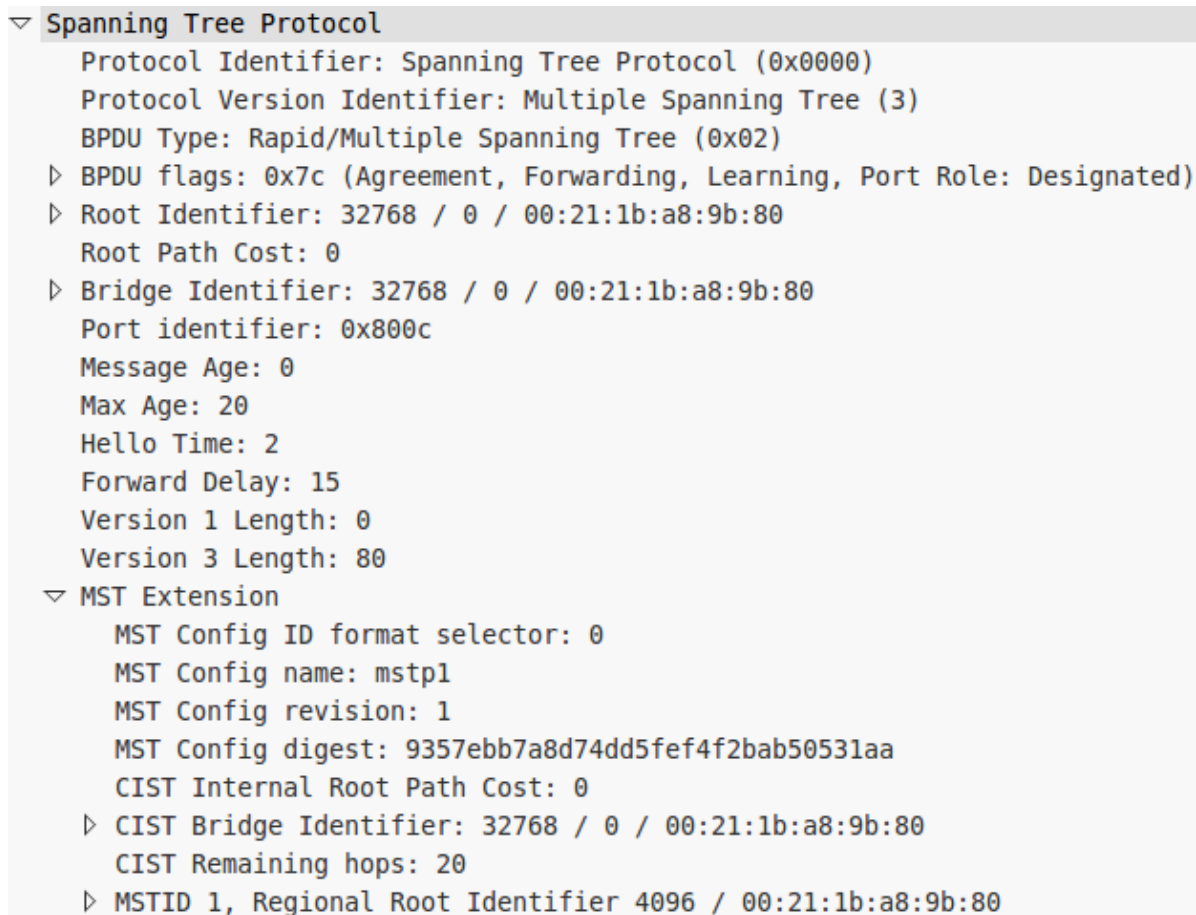
Sloupec „*Port*“ označuje port, který je používán.

Sloupec „*Role*“ určuje, zdali je port zaveden jako kořenový nebo pouze naslouchá. Pokud je port určen jako kořenový, pak je ve výpisu značen jako ROOT. Pokud pouze naslouchá, tak je značen DESI.

Na obrázku 4.3 můžeme vidět, že jako kořenová instance byla určena instance 2, tudíž ve výpisu STP je port GigabitEthernet0/0/2, pro instanci 2 (*MSTID* = 2), nastaven jako *ROOT*.

Čtvrtý sloupec „*STP State*“ nás informuje o tom, jaký je stav, ve kterém se právě nachází daný port. Tyto stavy mohou být:

- **LEARNING** – port v tomto stavu zatím ještě nevysílá, ale zato naslouchá a očekává konfigurační BPDU rámeček.
- **FORWARDING** – port v tomto stavu je již plně aktivní a přeposílá data, která daným portem prochází.
- **DISCARDING** – v tomto stavu se nachází port, když dojde ke změně v topologii. Například, když vypadne nějaký prvek v síti. Port v tomto stavu nepřeposílá žádná data. [8]



Obrázek 4.4: Záznam Wiresharku z PC7, který zachycuje komunikaci mezi PC1 a PC5

Na obrázku 4.4 můžeme vidět výpis z programu Wireshark, který zachytil komunikaci při posílání paketů mezi počítači 1 a 5, které jsou zařazeny do stejné VLAN sítě a mají stejnou instanci a to instanci 1.

Z tohoto výpisu jsme tedy schopni vyčíst, že se jedná o verzi MST (Multiple Spanning Tree Protokol). Taký zde můžeme vyčíst informace o BPDU zprávách a o MST, jako je název MST regionu a informace o instancích (MSTID = instance 1).

Další výpisy a konfigurace přepínačů Cisco naleznete v příloze E.

4.3 LACP

Protokol LACP (Link Aggregation Control Protocol, IEEE 802.11ax) se využívá k agregování ethernetových rozhraní (EtherChannel). LACP je jedním ze způsobů, jak lze svázat několik fyzických rozhraní do jednoho logického rozhraní.

V počítačových sítích je linková agregace termín, který popisuje různé způsoby kombinování více paralelních síťových připojení pro zvýšení propustnosti rámců a zajišťuje redundanci v případě, že jedno ze spojení by selhalo. [14]

EtherChannel je metoda, která zařizuje odesílání a přijímání dat přes více rozhraní. U protokolu LACP můžeme použít až 16 fyzických rozhraní (L2 nebo L3), z nichž může být pouze 8 aktivních a ostatní jsou v režimu „standby“. Podmínkou pro správnou funkčnost tohoto protokolu je, aby tyto rozhraní byly stejného typu, dosahovat stejné rychlosti a zařazené do stejné VLAN sítě, nebo aby byly v trunk módu se stejnými parametry.

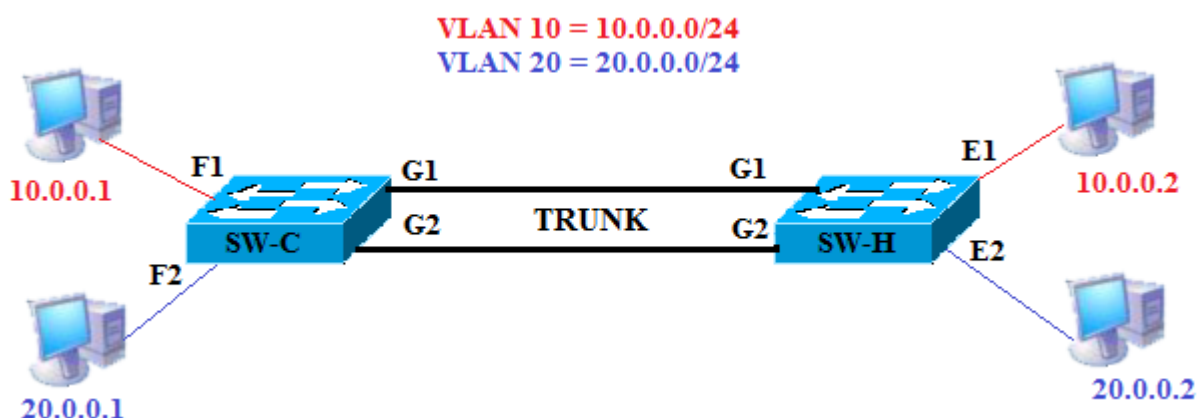
K rozložení zátěže na všechny linky v dané skupině využívá EtherChannel Load Balancing. Při odesílání dat podle MAC adresy, IP adresy, zdrojové či cílové, určuje, přes jakou linku data odešle. Je snaha, aby data z jednoho TCP přenosu byly odesílány přes stejnou linku, aby nedocházelo k doručení jednotlivých částí mimo pořadí a vzniku dalších problémů. Příchozí data se sdružují do virtuálního portu. Při přerušení jedné z linek se provoz bez přerušení přesměruje na ostatní linky. Při tomto přesměrování dojde asi ke vteřinovému zpoždění.

LACP má dva módy:

- **Active** – odesílá pakety pro vyjednání spojení.
- **Passive** – čeká na začátek vyjednávání. [15]

4.3.1 Konfigurace LACP

K odzkoušení tohoto protokolu a ověření kompatibility mezi přepínači Huawei a Cisco byl použit přepínač Huawei Quidway S2326TP-EI a Cisco Catalyst 2960. U přepínače Huawei Quidway S2309TP-SI nebylo možno odzkoušet tento protokol, jelikož tento protokol lze nakonfigurovat pouze na GigabitEthernet portech a jsou zapotřebí minimálně dva. Přepínač Huawei Quidway S2309TP-SI obsahuje pouze jeden gigabitEthernet port. Při konfiguraci tohoto protokolu bylo postupováno podle schématu, které je uvedeno viz. Obrázek 4.5.



Obrázek 4.5: Schéma zapojení LACP

4.3.2 Konfigurace přepínače Huawei Quidway S2326TP- EI

V této kapitole bude popsán postup konfigurace přepínače Huawei Quidway S2326TP- EI, který je ve schématu zapojení (viz. Obrázek 4.5) značen jako **SW-H**.

Nejprve bylo nutné vytvořit VLAN síť:

```
[SW-H]vlan batch 10 20
```

Poté byl vytvořen a nastaven EtherChannel do přepínače SW-C:

```
[SW-H]interface Eth-Trunk1
[SW-H-Eth-Trunk1]port link-type mode trunk
[SW-H-Eth-Trunk1]port trunk allow-pass vlan 10 20
[SW-H-Eth-Trunk1]mode lacp-static
```

Dále byly nastaveny jednotlivé GigabitEthernet linky, které jsou ve schématu zapojení značeny G1 a G2:

```
[SW-H]interface GigabitEthernet0/0/1
[SW-H-GigabitEthernet0/0/1]eth-trunk 1
[SW-H-GigabitEthernet0/0/1]undo negotiation auto
```

```
[SW-H]interface GigabitEthernet0/0/2
[SW-H-GigabitEthernet0/0/2]eth-trunk 1
[SW-H-GigabitEthernet0/0/2]undo negotiation auto
```

Příkaz `undo negotiation auto` znamená, že tento GigabitEthernetový port není ve stavu automatického vyjednávání spojení.

Pro ověření funkčnosti tohoto protokolu bylo nutné zadat tento příkaz:

```
[SW-H]display interface Eth-Trunk 1
Eth-Trunk1 current state : UP
Line protocol current state : UP
Description:HUAWEI, Quidway Series, Eth-Trunk1 Interface
Switch Port, PVID :      1, Hash arithmetic : According to SA-XOR-
DA,Maximal BW: 4
IP Sending Frames' Format is PKTFMT_ETHNT_2, Hardware address is
781d-bad4-711a
Input bandwidth utilization  : 0.01%
Output bandwidth utilization : 0.01%
```

```
-----
PortName                               Status      Weight
-----
GigabitEthernet0/0/1                  UP          1
GigabitEthernet0/0/2                  UP          1
```

The Number of Ports in Trunk : 2

The Number of UP Ports in Trunk : 2

Z tohoto výpisu můžeme vyčíst, že v EtherChannelu jsou umístěny aktivní porty GigabitEthernet0/0/1 a GigabitEthernet0/0/2, a že je tento EtherChannel je aktivní:

Eth-Trunk1 current state : UP

Line protocol current state : UP

Taky je zde možné zjistit využití vstupní a výstupní šířky pásma:

Input bandwidth utilization : 0.01%

Output bandwidth utilization : 0.01%

4.3.3 Výpis z přepínače Cisco Catalyst 2960

Jako další důkaz ověření funkčnosti tohoto protokolu je uveden výpis z přepínače Cisco Catalyst 2960, který je ve schématu zapojení (viz. Obrázek 4.5) označen **SW-C**. Zkrácený výpis je uveden níže:

```
SW-C#sh int port-channel 1
```

```
Port-channel1 is up, line protocol is up (connected)
```

```
Hardware is EtherChannel, address is 0021.1bb7.a419 (bia  
0021.1bb7.a419)
```

```
Description: EtherChannel to Huawei_S2326
```

```
MTU 1500 bytes, BW 2000000 Kbit, DLY 10 usec,  
reliability 255/255, txload 1/255, rxload 1/255
```

```
Keepalive set (10 sec)
```

```
Members in this channel: Gi0/1 Gi0/2
```

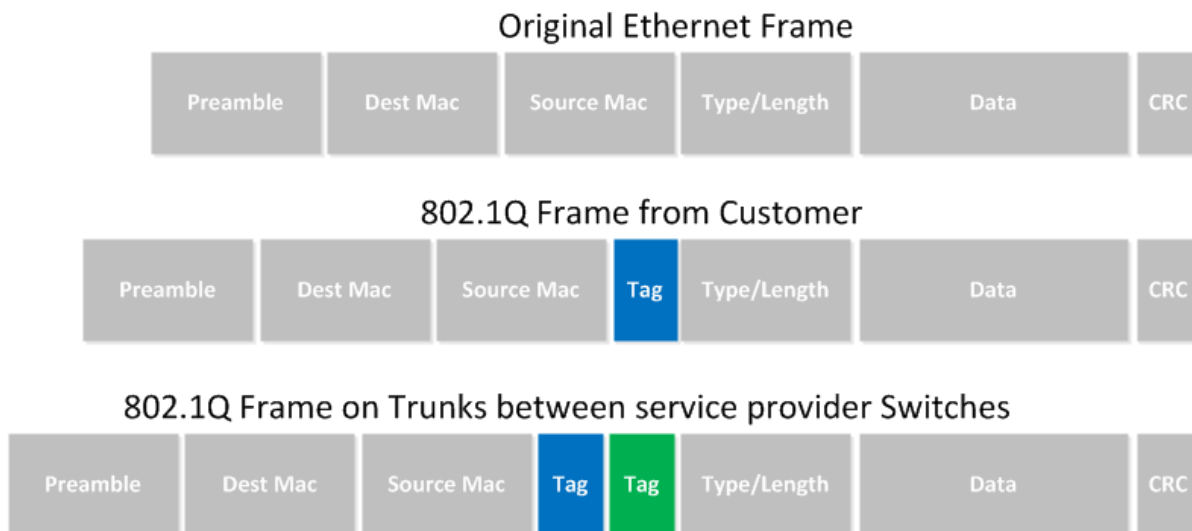
V tomto výpise, tak jako ve výpisu u přepínače Huawei, můžeme vyčíst, že je tento EtherChannel aktivní, jakou má adresu a jaké porty obsahuje. V tomto případě jsou to porty GigabitEthernet 0/1 a GigabitEthernet 0/2.

Celá konfigurace a výpisy přepínačů Cisco Catalyst 2960 a Huawei Quidway S2326TP-SI jsou uvedeny v příloze F.

4.4 802.11Q Tunneling

802.11Q (nebo dot1q) je technika, která je často využívána společnostmi jako druhá vrstva VPN pro zákazníky. Princip a aplikování této techniky je docela jednoduché. Poskytovatel přidá značku (tag) na všechny rámce, které obdrží od zákazníka. Tyto příchozí rámce mají svůj unikátní VLAN tag. Při použití jiného VLAN tagu pro každého zákazníka, může poskytovatel této služby oddělit provoz od různých zákazníků.

Jednou z výhod tohoto řešení je snadná konfigurace a nemusíme spouštět žádné směrovací protokoly mezi poskytovatelem služby a zákazníkem (na rozdíl od MPLS VPN). [18]

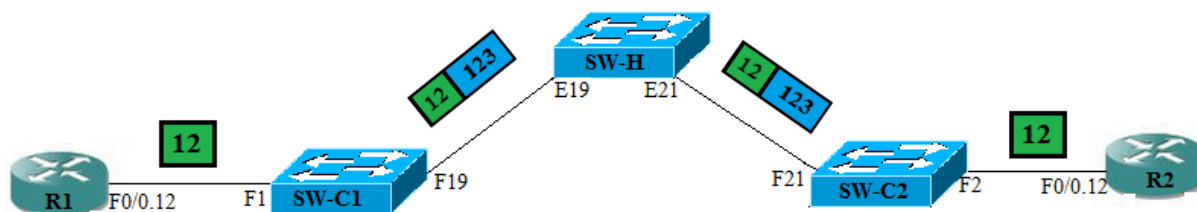


Obrázek 4.6: 802.1Q rámce [18]

Obrázek 4.6 znázorňuje tři rámce. První představuje originální ethernetový rámec, druhý značí jednou tagovaný rámec, který je posílán od zákazníka poskytovateli, a třetí, značí rámec, který je tagovaný dvakrát a ten je posílán mezi jednotlivými přepínači. Popis ethernetového rámce:

- Destination Mac – cílová MAC adresa
- Source Mac – zdrojová MAC adresa
- Type/Length – délka, ethernetový typ
- CRC – cyklický redundantní součet
- Tag – značka

K ověření této metody bylo postupováno podle schématu zapojení viz. Obrázek 4.7. V tomto schématu jsou zapojeny dva směrovače, dva přepínače Cisco Catalyst 3560 (SW-C1, SW-C2) a jeden přepínač Huawei Quidway S2326TP-EI (SW-H). Přepínače Cisco Catalyst 3560 byly použity proto, jelikož na přepínačích řady 2960 nebylo možné tuto funkci nakonfigurovat.



Obrázek 4.7: Schéma zapojení 802.1Q

Směrovače, v tomto schématu značeny R1 a R2, představují zákazníky, kteří se spolu připojí prostřednictvím poskytovatelů síťových služeb. Tyto poskytovatele představují přepínače SW-C1, SW-C2, SW-H.

V této situaci (viz. Obrázek 4.7) zákazník využívá VLAN 12 mezi dvěma místy (R1 a R2) a očekává, že poskytovatelé služby uskuteční toto spojení a dojde k přepravě z jednoho místa na druhé. Poskytovatel služby použil VLAN 123 k označení provozu mezi těmito dvěma zákazníky a toto označení bude provozovatel služby používat při veškerém provozu, který bude mezi těmito zákazníky probíhat. Jakmile SW-C2 bude posílat rámec konečnému zákazníkovi, tak mu bude druhý VLAN tag 123 opět odebrán a přijme rámec pouze s originálním VLAN tagem, který získal od odesílatele. [18]

4.4.1 Konfigurace

Zde bude uvedena konfigurace jednotlivých směrovačů a přepínačů.

Směrovače R1 a R2 jsou konfigurovány v sub-rozhraní a je použita podsít' 192.168.12.0/24. Všechny jejich rámce jsou označeny jako VLAN 12.

```
R1(config)#interface fastEthernet 0/0
R1(config-if)#no shutdown
R1(config-if)#interface fastEthernet 0/0.12
R1(config-subif)#encapsulation dot1Q 12
R1(config-subif)#ip address 192.168.12.1 255.255.255.0
```

```
R2(config)#interface fastEthernet 0/0
R2(config-if)#no shutdown
R2(config-if)#interface fastEthernet 0/0.12
R2(config-subif)#encapsulation dot1Q 12
R2(config-subif)#ip address 192.168.12.2 255.255.255.0
```

Poté byly nakonfigurovány mezi jednotlivými přepínači 802.1Q trunky.

Přepínače Cisco:

```
SW-C1(config)#interface fastEthernet 0/19
SW-C1(config-if)#switchport trunk encapsulation dot1q
SW-C1(config-if)#switchport mode trunk
```

Přepínač Huawei:

```
[SW-H]interface Ethernet0/0/19
[SW-H-Ethernet0/0/19] port link-type dot1q-tunnel
[SW-H]interface Ethernet0/0/21
[SW-H-Ethernet0/0/21] port link-type dot1q-tunnel
```

Nastavení tunelování „Q-in-Q“, tj. že všemu, co přijde poskytovateli od zákazníků, bude označeno VLAN 123:

```
SW-C1(config)#interface fastEthernet 0/1
SW-C1(config-if)#switchport access vlan 123
SW-C1(config-if)#switchport mode dot1q-tunnel
```

Příkaz `switchport mode dot1q-tunnel` říká přepínači, ať označí provoz a příkaz `switchport access vlan 123` specifikuje Q-in-Q VLAN.

4.4.2 Ověření funkčnosti

Pro ověření funkčnosti zapouzdřování rámců, byl mezi přepínače SW-C1 a SW-H připojen rozbočovač s počítačem, na kterém byl spuštěn program Wireshark, který monitoroval provoz mezi těmito přepínači. Mezi důležité položky, které je možno v tomto výpise vyčíst jsou: ID jednotlivých tagů (tj. 12 a 123), typ rámce (Type: 802.1Q), zdrojové a cílové MAC adresy jednotlivých směrovačů. Výpis z programu Wireshark na obrázku 4.8.

No.	Time	Source	Destination	Protocol	Length	Info
243	106.6332270	Cisco_52:40:95	Spanning-tree-(for-br:STP	STP	60	Conf. Root = 32768/1/00:25:46:52:40:80 Cost = 0 Port = 0x8015
244	106.6333150	Cisco_52:40:95	PVST+	STP	64	Conf. Root = 32768/1/00:25:46:52:40:80 Cost = 0 Port = 0x8015
245	106.6628520	192.168.12.1	192.168.12.2	ICMP	122	Echo (ping) request id=0x002b, seq=0/0, ttl=255
246	106.6635120	192.168.12.2	192.168.12.1	ICMP	122	Echo (ping) reply id=0x002b, seq=0/0, ttl=255
247	106.6644320	192.168.12.1	192.168.12.2	ICMP	122	Echo (ping) request id=0x002b, seq=1/256, ttl=255
248	106.6649910	192.168.12.2	192.168.12.1	ICMP	122	Echo (ping) reply id=0x002b, seq=1/256, ttl=255
249	106.6658260	192.168.12.1	192.168.12.2	ICMP	122	Echo (ping) request id=0x002b, seq=2/512, ttl=255
250	106.6663790	192.168.12.2	192.168.12.1	ICMP	122	Echo (ping) reply id=0x002b, seq=2/512, ttl=255
251	106.6672150	192.168.12.1	192.168.12.2	ICMP	122	Echo (ping) request id=0x002b, seq=3/768, ttl=255
252	106.6677710	192.168.12.2	192.168.12.1	ICMP	122	Echo (ping) reply id=0x002b, seq=3/768, ttl=255
253	106.6686080	192.168.12.1	192.168.12.2	ICMP	122	Echo (ping) request id=0x002b, seq=4/1024, ttl=255
254	106.6691690	192.168.12.2	192.168.12.1	ICMP	122	Echo (ping) reply id=0x002b, seq=4/1024, ttl=255
255	107.2285890	Cisco_0a:ee:97	PVST+	STP	64	Conf. Root = 32768/1/00:25:46:0a:ee:80 Cost = 0 Port = 0x8017
Frame 245: 122 bytes on wire (976 bits), 122 bytes captured (976 bits) on interface 0						
Ethernet II, Src: Cisco_4b:50:28 (00:17:5a:4b:50:28), Dst: Cisco_4b:57:dc (00:17:5a:4b:57:dc)						
Destination: Cisco_4b:57:dc (00:17:5a:4b:57:dc)						
Source: Cisco_4b:50:28 (00:17:5a:4b:50:28)						
Type: 802.1Q Virtual LAN (0x8100)						
802.1Q Virtual LAN, PRI: 0, CFI: 0, ID: 123						
000. = Priority: Best Effort (default) (0)						
...0 = CFI: Canonical (0)						
.... 0000 0111 1011 = ID: 123						
Type: 802.1Q Virtual LAN (0x8100)						
802.1Q Virtual LAN, PRI: 0, CFI: 0, ID: 12						
000. = Priority: Best Effort (default) (0)						
...0 = CFI: Canonical (0)						
.... 0000 0000 1100 = ID: 12						
Type: IP (0x0800)						
Internet Protocol Version 4, Src: 192.168.12.1 (192.168.12.1), Dst: 192.168.12.2 (192.168.12.2)						
Version: 4						
Header length: 20 bytes						
Differentiated Services Field: 0x00 (DSCP 0x00: Default; ECN: 0x00: Not-ECT (Not ECN-Capable Transport))						
Total Length: 100						
Identification: 0x00d7 (215)						
Flags: 0x00						
Fragment offset: 0						
Time to live: 255						
Protocol: ICMP (1)						

Obrázek 4.8: Výpis z programu Wireshark 802.1Q

Celá konfigurace a výpisy přepínačů Cisco Catalyst 3560 a Huawei Quidway S2326TP-SI jsou uvedeny v příloze G.

Závěr

Cílem této bakalářské práce bylo srovnat parametry a funkce L2 přepínačů od dvou společností (Cisco a Huawei) a poté ověřit vzájemnou kompatibilitu jednotlivých přepínačů při reálném zapojení v laboratoři.

Ve školní laboratoři byly k dispozici dva typy přepínačů od společnosti Huawei z řady S2300 a to přepínače Huawei Quidway S2309TP-SI a Huawei Quidway S2326TP-EI. Tyto zařízení jsou vybaveny různými typy a počty portů. Záleží na tom, jestli je zařízení z vyšší či nižší řady. Přepínač z nižší řady (S2309) má ve své výbavě 8 Ethernet portů a jeden GigabitEthernet port na rozdíl od přepínače S2326, který má 24 Ethernet a 2 GigabitEthernet porty. Podle typu portů mohou dosahovat různých teoretických přenosových rychlostí – Ethernet port až 100Mbit/s, GigabitEthernet port až 1Gbit/s.

Od společnosti Cisco byly k dispozici zařízení z řady 2960. Tato zařízení, z pohledu designu a portů, jsou velmi podobná přepínačům společnosti Huawei. Přepínače Cisco měly ve své výbavě 24 FastEthernet portů, dosahující přenosových rychlostí až 100Mbit/s, a 2 GigabitEthernet porty (až 1Gbit/s), tak jako přepínač Huawei S2326.

Po stránce programového vybavení jsou si tyto přepínače taktéž velmi podobné, jakož i při zadávání jednotlivých příkazů konfigurace. Struktura obou operačních systémů je si velice podobná. Cisco přepínače obsahují systém iOS, který má celkem tři úrovně pro zadávání konfiguračních příkazů. Oproti tomu je v přepínačích Huawei zabudován systém VRP, který je vyvinutý společností Huawei, a má pouze dvě úrovně konfigurace, což se v praxi ukázalo jako praktičtější v orientaci a při konfiguraci většiny funkcí.

Přepínače, jak od společnosti Cisco, tak od společnosti Huawei, mohou využívat funkce, které nejsou kompatibilní mezi přepínači různých společností, protože tyto funkce jsou vyvíjeny každou společností zvlášť a dají se použít jen mezi přepínači té či oné společnosti.

Konfigurace VLAN sítí mezi jednotlivými přepínači byla bezproblémová, což dokládá i funkčnost, kdy jednotlivé prvky daných VLAN sítí mezi sebou bezproblémově komunikovali.

Druhou testovanou funkcí byl Multi Spanning Tree protocol (MST). Tento protokol je založen na klasickém Spanning Tree Protokolu (STP), tedy protokolu, který zamezuje tvorbě smyček v sítích. Konfigurace MST byla nutná, jelikož přepínače společnosti Huawei používají klasický STP a přepínače od společnosti Cisco využívají protokol PVST+, což je protokol, který si tato společnost sama vyvinula. Tyto dva protokoly těchto společností mezi sebou komunikují jen omezeně a tudíž konfigurace těchto protokolů a jejich kompatibilita je prakticky nemožná. Za to u protokolu MST, který obsahují zařízení obou výrobců (kromě přepínače Huawei S2309, který tento protokol nepodporuje), byla v laboratoři úspěšně ověřena jejich kompatibilita.

Třetí funkcí byla funkce LCAP. Tato funkce běží jen na GigabitEthernet portech a je nutné, aby přepínač obsahoval dva tyto porty, tudíž opět u zařízení Huawei S2309, které obsahuje pouze

jeden GigabitEthernet port, nebylo možné tuto funkci nakonfigurovat. Mezi přepínači Huawei S2326 a Cisco 2960 byla tato funkce úspěšně nakonfigurována a tím i ověřená kompatibilita mezi těmito zařízeními.

Poslední úspěšně testovanou funkcí mezi těmito přepínači byla funkce 802.1Q tunneling neboli zapouzdřování rámců. Pro ověření této funkce bylo nutné použít přepínače Cisco 3560, které tuto funkci umožňují.

Použitá literatura a zdroje

- [1] Cisco. [online]. [cit. 2013-11-16] Dostupné z: http://cs.wikipedia.org/wiki/Cisco_Systems
- [2] [PDF] Cisco technologies. Cisco Catalyst 2960 Series Switches, 2011
- [3] [PDF] [online] [cit. 2013-11-18] Dostupné z https://www.tlm.unavarra.es/~daniel/docencia/rba/rba07_08/equipos/ET7-CiscoCatalyst2960LANLite.pdf
- [4] [PDF] [online] [cit. 2013-11-18] Dostupné z https://www.tlm.unavarra.es/~daniel/docencia/rba/rba07_08/equipos/ET7-CiscoCatalyst2960LANLite.pdf
- [5] [PDF] Huawei technologies. Huawei Quidway S2300 switches, 2011
- [6] Catalyst 2960-S [online.][cit. 2014-2-3] http://www.cisco.com/c/en/us/products/collateral/switches/catalyst-2960-series-switches/product_data_sheet0900aecd80322c0c.html
- [7] Huawei S2700-9TP-SI [online.][cit. 2014-2-3] http://www.alibaba.com/product-detail/huawei-Quidway-S2309TP-SI_675468048.html
- [8] STP [online.][cit. 2014-2-5] http://en.wikipedia.org/wiki/Spanning_Tree_Protocol
- [9] MST [online.][cit. 2014-2-3] <http://www.cs.vsb.cz/grygarek/SPS/projekty0405/MST/mst.htm#mst>
- [10] BPDU[online.][cit. 2014-2-5] http://en.wikipedia.org/wiki/Bridge_Protocol_Protocol_Data_Units_%28EN%29
- [11] Konfigurace MST [online][cit. 2014-3-28] http://tonle.obositii.ro/index.php?option=com_content&view=article&id=12:mstp-between-cisco-and-huawei&catid=10&Itemid=112
- [12] VLAN [online][cit. 2014-4-4] <http://www.samuraj-cz.com/clanek/vlan-virtual-local-area-network/>
- [13] BPDU rámeček [online][cit. 2014-4-4] <http://www.samuraj-cz.com/clanek/cisco-ios-9-spanning-tree-protocol/>
- [14] LACP [online][cit. 2014-4-25] <http://huaweis3700.weebly.com/1/post/2014/02/lacp-between-cisco-and-huawei.html>
- [15] EtherChannel [online][cit. 2014-4-25] <http://www.samuraj-cz.com/clanek/cisco-ios-21-etherchannel-link-agregation-pagp-lacp-nic-teaming/>
- [16] Cisci SPT [online][cit. 2014-4-27] <http://www.cisco.com/>
- [17] [PDF] MSTP_Technology_White_Paper
- [18] 802.1Q tunneling [online][cit. 2014-4-28] <http://networklessons.com/switching/802-1q-tunneling-q-q-configuration-example/#ixzz30HUPWz00>

Seznam tabulek

Tabulka 3.1:	Srovnání parametrů přepínačů Cisco a Huawei.....	11
Tabulka 5.1:	Typy STP	17
Tabulka 5.2:	BPDU rámec	18

Seznam obrázků

Obrázek 1.1:	Zapojení a využití Huawei Quidway S2300	5
Obrázek 1.2:	Přepínač Huawei QuidwayS2309TP-PWR-EI	6
Obrázek 2.1:	Cisco Catalyst 2960 Series s LAN Base softwarem	7
Obrázek 2.2:	Cisco Catalyst 2960 Series s LAN Lite softwarem	9
Obrázek 4.1:	Vznik 802.1q tagu.....	13
Obrázek 4.2:	Schéma zapojení při ověřování VLAN funkce	14
Obrázek 4.3:	Schéma zapojení při ověřování MST protokolu	20
Obrázek 4.4:	Záznam Wiresharku z PC7, který zachycuje komunikaci mezi PC1 a PC5	23
Obrázek 4.5:	Schéma zapojení LACP	24
Obrázek 4.6:	802.1Q rámce.....	27
Obrázek 4.7:	Schéma zapojení 802.1Q	27
Obrázek 4.8:	Výpis z programu Wireshark 802.1Q	29

Seznam příloh

Příloha A: Přepínač Huawei Quidway S2309TP-SI.....	I
Příloha B: Přepínač Huawei Quidway S2326TP-EI.....	II
Příloha C: Přepínač Cisco Catalyst 2960	III
Příloha D: Konfigurace VLAN	IV
Příloha E: Konfigurace MST	VII
Příloha F: Konfigurace LCAP	XI
Příloha G: Konfigurace 802.1Q Tunneling	XIV

Příloha A: Přepínač Huawei Quidway S2309TP-SI

- Fyzické parametry:
 - Rozměry (šířka x hloubka x výška): 250 mm x 180 mm x 43.6 mm
 - Váha: cca 1.4 kg
 - Výkon: cca 12.8 W
 - Stejnoseměrné vstupní napětí:
 - Jmenovité napětí: 100 V až 240 V
 - Maximální napětí: 90 V až 264 V
 - Střídavé vstupní napětí:
 - Jmenovité napětí: -48 V až -60 V
 - Maximální napětí: -36 V až -72 V
 - Provozní teplota: 0° až 50 °
- Systémové parametry:
 - Kapacita přeposílání paketů: 2.7 Mpps
 - Přepínací kapacita: 3.6 Gbit/s
 - Kapacita sběrnice: 32 Gbit/s
 - Flash paměť: 16 MB



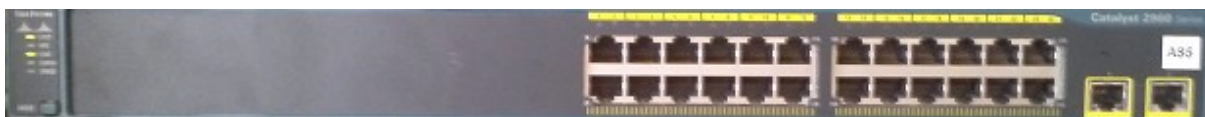
Příloha B: Přepínač Huawei Quidway S2326TP-EI

- Fyzické parametry:
 - Rozměry (šířka x hloubka x výška): 442 mm x 220 mm x 43.6 mm
 - Váha: cca 4 kg
 - Výkon: cca 15.5 W
 - Stejnoseměrné vstupní napětí:
 - Jmenovité napětí: 100 V až 240 V
 - Maximální napětí: 90 V až 264 V
 - Střídavé vstupní napětí:
 - Jmenovité napětí: -48 V až -60 V
 - Maximální napětí: -36 V až -72 V
 - Provozní teplota: 0° až 50 °
- Systémové parametry:
 - Kapacita přeposílání paketů: 6.6Mpps
 - Přepínací kapacita: 8.8 Gbit/s
 - Kapacita sběrnice: 32 Gbit/s
 - Flash paměť: 32 MB



Příloha C: Přepínač Cisco Catalyst 2960

- Fyzické parametry:
 - Rozměry (šířka x hloubka x výška): 445 mm x 236 mm x 44mm
 - Váha: cca 3.6 kg
 - Výkon: cca 15.5 W
 - Stejnoseměrné vstupní napětí:
 - Jmenovité napětí: 100 V až 240 V
 - Provozní teplota: 0° až 45 °
- Systémové parametry:
 - Kapacita přeposílání paketů: 6.5Mpps
 - Přenosová kapacita: 32 Gbit/s
 - Flash paměť: 32 MB
 - DRAM: 64MB



Příloha D: Konfigurace VLAN

V této příloze je uvedena konfigurace a výpisy z vybraných přepínačů. Některé výpisy jsou zkrácené z důvodu jejich rozsahu.

Přepínač SW-H1 Huawei

- Konfigurace VLAN sítí

```
[Quidway]display current-configuration
#
sysname SW-H1
#
    vlan batch 100 200
#
interface Ethernet0/0/2
    port link-type access
    port default vlan 200
#
interface Ethernet0/0/3
    port link-type access
    port default vlan 100
#
interface Ethernet0/0/10
    port link-type trunk
    undo port trunk allow-pass vlan 1
    port trunk allow-pass vlan 100 200
#
interface Ethernet0/0/11
    port link-type trunk
    undo port trunk allow-pass vlan 1
    port trunk allow-pass vlan 100 200
#
return
```

- Výpis VLAN sítí

```
[SW-H1]display vlan
```

```
The total number of vlans is : 3
```

```
-----
U: Up;           D: Down;           TG: Tagged;       UT: Untagged;
MP: Vlan-mapping; ST: Vlan-stacking;
#: ProtocolTransparent-vlan; *: Management-vlan;
-----
```

```
VID  Type      Ports
-----
```

```
1   common  UT:   Eth0/0/1(D)  Eth0/0/4(D)  Eth0/0/5(D)  Eth0/0/6(D)
      Eth0/0/7(D)  Eth0/0/8(D)  Eth0/0/9(D)  Eth0/0/12(D)
      Eth0/0/13(U) Eth0/0/14(D) Eth0/0/15(D) Eth0/0/16(D)
      Eth0/0/17(D) Eth0/0/18(D) Eth0/0/19(D) Eth0/0/20(D)
      Eth0/0/21(D) Eth0/0/22(D) Eth0/0/23(D) Eth0/0/24(D)
      GE0/0/1(D)   GE0/0/2(D)
```

```
100 common UT:   Eth0/0/3(U)
      TG:   Eth0/0/10(U) Eth0/0/11(U)
```

```
200 common UT:   Eth0/0/2(U)
      TG:   Eth0/0/10(U) Eth0/0/11(U)
```

Přepínač SW-C2

- Konfigurace VLAN sítí

```
SW-C2#show running-config
```

```
interface FastEthernet0/1
  switchport access vlan 100
  switchport mode access
!
interface FastEthernet0/1
  switchport access vlan 200
  switchport mode access
!
interface FastEthernet0/10
  switchport trunk allowed vlan 100,200
  switchport mode trunk
!
interface FastEthernet0/11
  switchport trunk allowed vlan 100,200
  switchport mode trunk
!
interface FastEthernet0/12
!
interface FastEthernet0/13
!
End
```

- **Výpis VLAN sítí**

SW-C2#show vlan

VLAN Name		Status	Ports
1	default	active	Fa0/3, Fa0/4, Fa0/5, Fa0/6, Fa0/7, Fa0/8, Fa0/9, Fa0/12, Fa0/13, Fa0/14, Fa0/15 Fa0/16, Fa0/17, Fa0/18 Fa0/19, Fa0/20, Fa0/21 Fa0/22, Fa0/23, Fa0/24 Gi0/1, Gi0/2
10	VLAN0010	active	
20	VLAN0020	active	
100	VLANA	active	Fa0/1
200	VLANB	active	Fa0/2

Příloha E: Konfigurace MST

V této příloze je uvedená konfigurace a výpisy z vybraných přepínačů. Některé výpisy jsou zkrácené z důvodu jejich rozsahu.

Přepínač Huawei SW-H1

- Konfigurace MST

```
[SW-H1]display current-configuration
#
!Software Version V100R006C00SPC500
  sysname SH-H1
#
  vlan batch 10 20
#
stp region-configuration
  region-name mstp1
  revision-level 1
  instance 1 vlan 10
  instance 2 vlan 20
  active region-configuration
#
interface Ethernet0/0/1
  port link-type access
  port default vlan 10
#
interface Ethernet0/0/2
  port link-type access
  port default vlan 20
#
interface GigabitEthernet0/0/1
  port link-type trunk
  port trunk allow-pass vlan 20
  undo ndp enable
#
interface GigabitEthernet0/0/2
  port link-type trunk
  port trunk allow-pass vlan 10 to 20
  undo ndp enable
#
return
```

- Výpis VLAN

```
[SW-H1]display vlan
The total number of vlans is : 3
```

```
-----
U: Up;           D: Down;           TG: Tagged;       UT: Untagged;
MP: Vlan-mapping; ST: Vlan-stacking;
#: ProtocolTransparent-vlan; *: Management-vlan;
-----
```

```
-----
VID  Type      Ports
-----
1   common    UT: Eth0/0/3(D)  Eth0/0/4(D)  Eth0/0/5(D)  Eth0/0/6(D)
                        Eth0/0/7(D)  Eth0/0/8(D)  Eth0/0/9(D)  Eth0/0/10(D)
                        Eth0/0/11(U) Eth0/0/12(D) Eth0/0/13(D) Eth0/0/14(D)
                        Eth0/0/15(D) Eth0/0/16(D) Eth0/0/17(D) Eth0/0/18(D)
                        Eth0/0/19(D) Eth0/0/20(D) Eth0/0/21(D) Eth0/0/22(D)
                        Eth0/0/23(D)

10  common    UT: Eth0/0/1(U)
                        TG: GE0/0/1(U)

20  common    UT: Eth0/0/2(U)
                        TG: GE0/0/1(U)  GE0/0/2(U)
-----
```

- Výpis STP

```
[SW-H1]display stp brief
```

MSTID	Port	Role	STP State	Protection
0	Ethernet0/0/1	DESI	FORWARDING	NONE
0	Ethernet0/0/2	DESI	FORWARDING	NONE
0	GigabitEthernet0/0/1	DESI	FORWARDING	NONE
0	GigabitEthernet0/0/2	ROOT	FORWARDING	NONE
1	Ethernet0/0/1	DESI	FORWARDING	NONE
1	GigabitEthernet0/0/2	DESI	FORWARDING	NONE
2	Ethernet0/0/2	DESI	FORWARDING	NONE
2	GigabitEthernet0/0/1	DESI	FORWARDING	NONE
2	GigabitEthernet0/0/2	ROOT	FORWARDING	NONE

Přepínač SW-C1

- Konfigurace MST

```
SW-C1#show running-config
Building configuration...
Current configuration : 1636 bytes
!
version 12.2
!
hostname SW-C1
!
spanning-tree mode mst
spanning-tree extend system-id
!
spanning-tree mst configuration
    name mstp1
    revision 1
    instance 1 vlan 10
    instance 2 vlan 20
!
spanning-tree mst 1 priority 4096
!
interface FastEthernet0/2
    switchport access vlan 10
    switchport mode access
!
interface FastEthernet0/3
    switchport access vlan 20
    switchport mode access
!
interface FastEthernet0/12
    switchport trunk allowed vlan 10
    switchport mode trunk
    switchport nonegotiate
    no cdp enable
!
interface GigabitEthernet0/1
    switchport trunk allowed vlan 10,20
    switchport mode trunk
    switchport nonegotiate
    no cdp enable
!
end
```

- Výpis VLAN

SW-C1#show vlan

VLAN	Name	Status	Ports
1	default	active	Fa0/1, Fa0/4, Fa0/5, Fa0/6, Fa0/7, Fa0/8, Fa0/9, Fa0/10, Fa0/11, Fa0/13, Fa0/14, Fa0/15, Fa0/16, Fa0/17, Fa0/18, Fa0/19, Fa0/20, Fa0/21, Fa0/22, Fa0/23, Fa0/24, Gi0/2
10	VLANA	active	Fa0/2
20	VLANB	active	Fa0/3

- Výpis STP

SW-C1#show spanning-tree mst

```
##### MST1      vlans mapped:   10
Bridge          address 0021.1ba8.9b80  priority      4097
(4096 sysid 1)
Root            this switch for MST1
```

Interface	Role	Sts	Cost	Prio.Nbr	Type
Fa0/2	Desg	FWD	200000	128.2	P2p
Gi0/1	Desg	FWD	20000	128.25	P2p

```
##### MST2      vlans mapped:   20
Bridge          address 0021.1ba8.9b80  priority      32770
(32768 sysid 2)
Root            address 781d.bad4.711a  priority      4098
(4096 sysid 2)
port            Gi0/1                    cost          20000
rem hops 19
```

Interface	Role	Sts	Cost	Prio.Nbr	Type
Gi0/1	Root	FWD	20000	128.25	P2p

Příloha F: Konfigurace LCAP

V této příloze je uvedena konfigurace a výpisy z vybraných přepínačů. Některé výpisy jsou zkrácené z důvodu jejich rozsahu.

Přepínač Huawei SW-H

- Konfigurace Huawei

```
[SW-H]display current-configuration
#
!Software Version V100R006C00SPC500
sysname SW-H
#
interface Eth-Trunk1
port link-type trunk
port trunk allow-pass vlan 10 20
mode lacp-static
#
interface Ethernet0/0/1
port link-type dot1q-tunnel
port default vlan 10
#
interface Ethernet0/0/2
port link-type access
port default vlan 20
#
interface GigabitEthernet0/0/1
eth-trunk 1
undo negotiation auto
#
interface GigabitEthernet0/0/2
eth-trunk 1
undo negotiation auto
#
return
```

- Výpis LACP

```
[SW-H]display interface Eth-Trunk 1
Eth-Trunk1 current state : UP
Line protocol current state : UP
Description:HUAWEI, Quidway Series, Eth-Trunk1 Interface
Switch Port, PVID : 1, Hash arithmetic : According to SA-XOR-
DA,Maximal BW: 4
IP Sending Frames' Format is PKTFMT_ETHNT_2, Hardware address is
781d-bad4-711a
Input bandwidth utilization : 0.01%
Output bandwidth utilization : 0.01%
```

PortName	Status	Weight
GigabitEthernet0/0/1	UP	1

GigabitEthernet0/0/2	UP	1
----------------------	----	---

The Number of Ports in Trunk : 2
The Number of UP Ports in Trunk : 2

Přepínač Cisco SW-C

- Konfigurace Cisco

SW-C#show running-config
Building configuration...

```
Current configuration : 1731 bytes
!
version 12.2
!
hostname SW-C
!
interface Port-channel1
  description Etherchannel to Huawei_S2326
  switchport access vlan 10
  switchport trunk allowed vlan 10,20
  switchport mode trunk
!
interface FastEthernet0/1
  switchport access vlan 10
!
interface FastEthernet0/2
  switchport access vlan 20
  switchport mode access
!
interface GigabitEthernet0/1
  description EtherChannel to Huawei_S2326
  switchport trunk allowed vlan 10,20
  switchport mode trunk
  channel-group 1 mode active
!
interface GigabitEthernet0/2
  description EtherChannel to Huawei_S2326
  switchport trunk allowed vlan 10,20
  switchport mode trunk
  channel-group 1 mode active
!
end
```

- Výpis LACP

```
SW-C#sh int port-channel 1
Port-channell1 is up, line protocol is up (connected)
Hardware is EtherChannel, address is 0021.1bb7.a419 (bia
0021.1bb7.a419)
Description: Etherchannel to Huawei_S2326
MTU 1500 bytes, BW 2000000 Kbit, DLY 10 usec,
reliability 255/255, txload 1/255, rxload 1/255
Encapsulation ARPA, loopback not set
Keepalive set (10 sec)
Full-duplex, 1000Mb/s, link type is auto, media type is unknown
input flow-control is off, output flow-control is unsupported
Members in this channel: Gi0/1 Gi0/2
ARP type: ARPA, ARP Timeout 04:00:00
Last input 00:00:57, output 00:00:01, output hang never
Last clearing of "show interface" counters never
Input queue: 0/75/0/0 (size/max/drops/flushes); Total output drops:
0
Queueing strategy: fifo
Output queue: 0/40 (size/max)
5 minute input rate 0 bits/sec, 0 packets/sec
5 minute output rate 1000 bits/sec, 1 packets/sec
  841 packets input, 115426 bytes, 0 no buffer
  Received 613 broadcasts (574 multicasts)
  0 runts, 0 giants, 0 throttles
  0 input errors, 0 CRC, 0 frame, 0 overrun, 0 ignored
  0 watchdog, 574 multicast, 0 pause input
  0 input packets with dribble condition detected
  7209 packets output, 606097 bytes, 0 underruns
  0 output errors, 0 collisions, 1 interface resets
  0 babbles, 0 late collision, 0 deferred
  0 lost carrier, 0 no carrier, 0 PAUSE output
  0 output buffer failures, 0 output buffers swapped out
```

Příloha G: Konfigurace 802.1Q Tunneling

V této příloze je uvedena konfigurace a výpisy z vybraných přepínačů. Některé výpisy jsou zkrácené z důvodu jejich rozsahu.

- Konfigurace přepínače Huawei (SW-H)

```
[SW-H]display current-configuration
#
!Software Version V100R006C00SPC500
sysname SW-H
#
interface Ethernet0/0/19
port link-type dot1q-tunnel
#
interface Ethernet0/0/20
port link-type dot1q-tunnel
#
interface GigabitEthernet0/0/1
#
interface GigabitEthernet0/0/2
#
Return
```

- Konfigurace přepínače Cisco (SW-C1)

```
SW-C1#show running-config
Building configuration...
Current configuration : 1691 bytes
!
version 12.2
!
hostname SW-C1
!
interface FastEthernet0/1
switchport access vlan 10
switchport mode access
!
interface FastEthernet0/19
switchport mode dot1q-tunnel
switchport mode access vlan 123
!
end
```

- Výpis přepínače Cisco

```
SW-C1#show dot1q-tunnel

dot1q-tunnel mode LAN Port(s)
```

Fa0/1

SW-C1#show interfaces fa0/19 trunk

Port	Mode	Encapsulation	Status	Native vlan
Fa0/19	on	802.1q	trunking	1

Port	Vlans allowed on trunk
Fa0/19	1-4094

Port	Vlans allowed and active in management domain
Fa0/19	1,123

Port	Vlans in spanning tree forwarding state and not pruned
Fa0/19	1,123

- Konfigurace routeru Cisco (R1)

R1#show running-config

Building configuration...

Current configuration : 1521 bytes

!

version 12.2

!

hostname R1

!

interface FastEthernet0/0

no ip address

duplex auto

!

interface FastEthernet0/0.12

encapsulation dot1Q 12

ip address 192.168.12.1 255.255.255.0

duplex auto

!

end